工学研究科・工学部
Osaka City University

防災・災害対処

安全マニュアル

何かあったときも安心！

防災の心構え、災害に対処する方法および
各専門分野の安全に対する指針・注意点などをまとめました

GRADUATE SCHOOL OF ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING

本書の内容は工学部ホームページ

URL:http//www.eng.osaka-cu.ac.jp　より、

「発行物」のページからダウンロードできます。

スマートフォン、タブレット、パソコンなどで

いつでも参照できるようにして下さい。

まえがき

理工系で学ぶためには、実験・実習が不可欠である。その経験は、専門基礎に対する理解を深め、応用力を高め、想像力を養うことにつながる。そこで、最も大切なことは、ともに学ぶ教職員・学生の安全と健康である。体調管理はもとより、学びの場での安全についての正しい知識と適切な行動が必要であり、そのための準備が重要である。

一方で、実験室での爆発や火災、重量物の落下、転倒などの事故の報道が止まないのはなぜだろうか。

また、1995年1月の阪神淡路大震災、2011年3月の東日本大震災などの大規模地震災害が続いており、さらには南海トラフ地震の発生が現実味を帯びていることからも、発災直後の適切な行動が不可欠であることは言うまでもない。

このような状況の中で、学生諸君の安全を確保するためには、自らが安全に対する意識を高め、実験装置の構造や薬品の性質およびその取り扱い方に対する正しい知識を持ち、いざというときに危険に対処する準備が必要である。

この冊子は、工学部・工学研究科で安全に学ぶために必要な事柄、および、万が一事故や災害の危険に遭遇したときに適切に行動するために必要な事柄を解説したものである。

すべての人が十分に準備し、注意しておかないと、自分が危険にさらされるだけでなく、自分の不注意がまわりの人を危険に巻き込む可能性があることも忘れてはならない。そのため、すべての人がこの冊子を熟読し、日頃から危険を意識することで、安全な学びの環境が守られることを期待する。

工学研究科長・工学部長　日野　泰雄

防災・災害対処　安全マニュアル
目　次

まえがき

Ⅰ　一般的共通事項

1　はじめに ---------- *1*

1.1　一般的注意 ---------- *1*
1.2　服装と履物 ---------- *1*
1.3　姿勢 ---------- *1*
1.4　整理･整頓･清掃･清潔 ---------- *2*
1.5　試験装置や実験機器の取り扱い ---------- *2*
1.6　断水と停電 ---------- *3*

2　火災予防及び消火と避難 ---------- *4*

2.1　防火の必要性 ---------- *4*
2.2　火災の三要素 ---------- *4*
2.3　火災予防の心得 ---------- *4*
2.4　火災報知器と消化器 ---------- *5*
2.5　火災が発生したときの処置 --- *5*
2.6　爆発が起こったときの処置 --- *6*
2.7　夜間に発生した火災の処置 --- *6*
2.8　避難 ---------- *7*

3　地震対策 ---------- *8*

3.1　地震に備えて ---------- *8*
3.2　地震が発生したときの行動 ---------- *8*
3.3　阪神･淡路大震災の体験にもとづく指摘事項 ---------- *10*
3.4　地震の大きさの基準 ---------- *11*

4　健康管理 ---------- *12*

4.1　健康管理 ---------- *12*
4.2　健康診断 ---------- *12*
4.3　健康の自己管理 ---------- *12*
4.4　体調のチェック ---------- *12*

5　怪我の応急処置 ---------- *13*

5.1　救急患者の処置 ---------- *13*
5.2　人工呼吸 ---------- *15*
5.3　胸骨圧迫法（心臓マッサージ） - *16*
5.4　大出血のときの処置 ---------- *17*
5.5　頭部損傷 ---------- *18*
5.6　火傷の処置 ---------- *18*
5.7　骨折･脱臼･捻挫 ---------- *19*
5.8　感電 ---------- *19*
5.9　水におぼれたとき ---------- *19*
5.10　日射病 ---------- *19*
5.11　食中毒 ---------- *20*
5.12　薬品類 ---------- *20*
5.13　毒ガス ---------- *20*
5.14　小さなけがに対する注意 ----- *22*

６　化学物質（薬品）の管理 -- *24*

6.1　化学物質（薬品）の使用にあたって ------------------------------- *24*

6.2　毒物および劇物の管理 -------- *24*

6.3　化学物質（薬品）の廃棄 -------- *24*

７　実験廃棄物の安全な管理と処理 --- *25*

7.1　実験系廃棄物 -------------------- *25*

7.2　粗大ごみ -------------------------- *26*

7.3　廃液および汚泥、不要になった薬品 -------------------------------- *28*

7.4　保存上の注意 ------------------- *28*

7.5　無機廃液 ------------------------- *32*

7.6　有機廃液 ------------------------- *34*

８　危険物の運搬 --- *35*

９　建築防災設備 --- *36*

Ⅱ　各学科における安全対策

１　機械工学科 ---------- *43*

1.1　はじめに ---------- *43*
1.2　工作に関する注意事項 -------- *43*
1.3　電気装置の取り扱い ---------- *52*
1.4　化学薬品の取り扱い ---------- *53*
1.5　Ｘ線装置の取り扱い ---------- *56*
1.6　高圧装置の取り扱い ---------- *57*
1.7　高温･低温装置の取り扱い ---- *58*
1.8　レーザー装置の取り扱い ------ *59*
1.9　内燃機関の取り扱い ---------- *63*
1.10　火災に対する注意 ---------- *63*

２　電子･物理工学科 ---------- *65*

2.1　はじめに ---------- *65*
2.2　電気および電気機器の取り扱い ---------- *66*
2.3　情報処理機器による健康障害の予防 ---------- *69*
2.4　レーザー光による傷害防止---- *69*
2.5　Ｘ線の取り扱い ---------- *72*
2.6　低温寒剤の取り扱い ---------- *73*
2.7　高圧ガスの取り扱い ---------- *74*
2.8　ガラス器具および構造の一部にガラス部品を持つ真空機器の取り扱い ---------- *75*
2.9　化学薬品の取り扱い ---------- *76*
2.10　デバイスプロセス装置の取り扱い ---------- *77*
2.11　工作機械の取り扱い ---------- *79*
2.12　終夜･休日実験の安全対策 ---- *80*
2.13　参考書 ---------- *81*

３　電気情報工学科 ---------- *83*

3.1　はじめに ---------- *83*
3.2　電気災害とその種類 ---------- *83*
3.3　電気の使用に関する基礎知識- *85*
3.4　電気機器設置、取り扱い、工事に関する安全対策 ---------- *87*
3.5　レーザー光線による傷害防止- *88*
3.6　デバイスプロセスにおける安全対策 ---------- *90*
3.7　学生実験における安全対策 --- *91*
3.8　コンピューターの配置 --------- *92*
3.9　作業の心得 ---------- *93*
3.10　妊婦に対する配慮 ---------- *94*
3.11　参考書 ---------- *94*

４　化学バイオ工学科 -- *95*

4.1 はじめに ------------------------- *95*
4.2 薬品の取り扱い ----------------- *96*
4.3 各種ガスの取り扱い ----------- *101*
4.4 ガラス器具の取り扱い -------- *103*
4.5 高圧反応容器（オートクレーブ） ------------------------------ *104*
4.6 超伝導磁石 ---------------------- *105*
4.7 低温装置 ------------------------- *105*
4.8 遠心機の取り扱い -------------- *106*
4.9 高圧蒸気滅菌器の取り扱い --- *107*
4.10 生物材料の取り扱い ----------- *108*
4.11 放射性同位元素（RI）化合物の取り扱い -------------------------- *111*
4.12 その他の防災に関する注意 --- *113*
4.13 無機･有機廃液等の処置 ------- *115*
4.14 参考書 ---------------------------- *116*

５　建築学科 -- *117*

5.1 はじめに -------------------------- *117*
5.2 建築プロジェクトスタディ･建築工事現場見学･市街地見学 -- *117*
5.3 製図室の使い方 ---------------- *119*
5.4 材料･構造実験（建築構造学関連） ------------------------------ *120*
5.5 材料実験･風洞実験（建築防災関連） --------------------------- *123*

６　都市学科 -- *125*

6.1 はじめに -------------------------- *125*
6.2 現地見学時の留意点 ----------- *125*
6.3 測量に関する実習（測量学Ｉ実習および製図） ----------------- *126*
6.4 環境化学分析に関する実験（都市学実験） ----------------------- *127*
6.5 水理学に関する実験（都市学実験） -------------------------------- *129*
6.6 交通工学に関する実験（都市学実験） ---------------------------- *129*
6.7 構造工学に関する実験（都市学実験） --------------------------- *130*
6.8 橋梁工学に関する実験（都市学実験） --------------------------- *131*
6.9 地盤工学に関する実験（材料実験・都市学実験）--------------- *132*
6.10 コンクリート工学および材料に関する実験（材料実験） ---- *133*
6.11 学外実習 ------------------------- *134*

Ⅰ　一　般　的　共　通　事　項

１　はじめに

１．１　一般的注意

新入生の皆さんは、教員の指示や先輩の助言などを参考にして、本学での勉学に一日も早く慣れることが大切である。工学部では、実験や実習がカリキュラムに組み込まれており、実験や実習を行うにあたって怪我などをしないよう注意が必要である。また、年次が進むにつれ高度な操作が要求されたり、慣れによる油断が生まれたりするので、いっそうの注意が必要になる。

１）試験装置、実験機器、工具および器具などの使用目的と性能を十分に理解し、その操作方法に早く慣れることが肝要である。同時にそれらの機器類を大切に使用する。
２）操作に慣れてくると気が緩み易いので、実験や実習を始める際には、教員からの説明や注意点などを常に注意深く聞く。説明を理解したうえで、注意点を必ず守る。
３）やむを得ず実験室や試験室で夜間に作業を行う場合、事前に担当教員に許可を貰い、必ず２人以上で作業を行う。また、緊急時の対応を想定し、連絡相手・連絡先などを確認しておく。さらに、自分自身を含めた人と建物の保安に留意する。

１．２　服装と履物

実験や実習においては、行動が容易で、事故が起こった場合に身を守るのに適した服を着用し、下記の項目に十分留意すること。

１）金具や鋲をうった履物は避け、滑らない履物を選ぶ。紐のほどけた靴やかかとの踏み履きは、危険であるので避ける。
２）女性もズボンを着用した方がよい。スカートなどを着用する場合、裾が試験装置などに挟まれないよう工夫する。
３）必要な場合には、安全靴、手袋、ヘルメット、フェースガード、安全眼鏡、防塵マスクなどを着用する。

１．３　姿勢

１）どっしり腰を構え、背筋を伸ばし、作業に合った姿勢で実験・実習に取り組む。
２）椅子に座る場合、机にまっすぐに向かい、深く腰を掛け、自然な姿勢で作業を続けるように心掛ける。また、なるべく深く腰をおろし、床に平に足底がつくように椅子の高さを調節する。
３）長時間同じ姿勢を続けると、特定の筋肉が緊張・収縮を続け「静的疲労」が起こる。この静的疲労を解消するには、ラジオ体操のような軽い動作を行うとよい。長時間作業の場合、適宜、休憩をはさむ必要がある。

1．４　整理・整頓・清掃・清潔

安全の基本は、整理・整頓・清掃・清潔といわれている。整理・整頓により容易に作業空間や装置・器具の状況を把握でき、的確に作業を行うことができる。また、清掃・清潔は、次の作業者に対する礼儀であり、作業をスムーズ且つ安全に行うための必須要件である。

（１）机上の整理

１）実験器具や事務用品などは、すぐ使えるように、常に場所を定めて整理しておく。
２）席を離れるときは、必ず、椅子を机やテーブルの下へ入れておく。
３）机の上は、広く使えるように常に整理する。
４）机の引き出しの中も、整理整頓につとめ、私物を入れないようにする。

（２）器具の置き方

１）器具は、場所を定めて、適切な位置に置く。
２）使用する物品は、引っかけて落下などさせないために、一端または一辺を揃え、通路に対しては通路の反対側に揃えて置く。
３）高い棚、書架類、ガラス張りの棚などは、転倒を防ぐため必ず壁際に設置する。必ず、耐震用の転倒防止策を施す。
４）安全のため、棚や机から、書類や物品がはみださないようにする。
５）人の作業や通行、器具の運搬などのために、通路などの空間は十分に確保するように工夫する。

（３）通路の整理

１）障害物となるため、通路には物品を置かない。
２）通路、出入口、非常口、階段および消火器、消火栓、電話端末付近には物品を置かない。
３）通路付近には、破損しやすい物品や危険物を置かない。

（４）清掃

１）適宜、整理・整頓・清掃に努める。
２）週単位や月単位の一定の期間ごとに、整理・整頓の状態を点検し、必要に応じて大掃除を行う。

１．５　試験装置や実験機器の取り扱い

１）試験装置や実験機器などを使用する場合、装置や機器について、取扱説明書・カタログなどにより、原理および操作法についての十分な知識を得ておく。

２）操作方法に疑問な点や不明な事柄がある場合、疑問点を持ったままで実験や実習を続けるのではなく、教員や先輩に尋ねる。独断や早合点は怪我のもととなる。操作方法の理解を深めながら技術を修得しなければならない。

３）装置や機器の調子が悪い時には、速やかに使用を中止し、教職員に連絡する。その際、状況をできるだけ正確に報告する。

４）機器を移動させて使用した場合、使用後は必ず元の場所に戻す。また、使用前の状態に保つよう、整理・整頓を心がける。

５）使用する装置や機器に応じて注意点はそれぞれ異なるので、臨機応変に対応する。例えば回転を伴う工作機器、ボール盤および旋盤等を使用する場合、軍手を着用していると機器に巻き込まれることがあるので着用を避ける。

６）工具は操作方法を十分弁えて使用する。例えばヤスリであっても切削工具であり、誤った取り扱いは怪我のもととなる。

１．６　断水と停電

１）断水や停電は、その日時が事前に通告される。万が一実験中や測定中に予想外の断水や停電が起こる場合もあるので、水道や電気が突然止まった場合を想定した処置を教員などに確認しておく。

２）試験機器・測定機器の稼働、制御、データ収集はコンピューターを使う場合が多い。突然の停電により動作が停止したり、データが失われたりすることがあるので、その対策も考慮しておく必要がある。

2　火災予防および消火と避難

2．1　防火の必要性

火災は、大切な実験用の機材や建物に取り返しのつかない大損害をもたらすのみならず、人身事故にもつながる危険性をもっている。火災を引き起こす原因は、火気のような高温の発熱物や都市ガスのような燃料の不注意な取り扱いや、実験に用いる可燃性物質や機器の不適切な取り扱いなどである。したがって、実験室内の熱源や可燃性物質に配慮するのみならず、実験用の機器についても安全で正しい扱い方を修得し、絶対に火災を引き起こさないよう注意する必要がある。

2．2　火災の三要素

火災は、空気（酸素）と熱と可燃物が接触した状態で共存するときに生じる。そこで、これらの要素を火災発生の三要素として留意する。通常、実験室では、空気中に酸素が十分に存在している。熱源と可燃物の二要素を近づけるだけで、図に示すような三要素から構成される“火の三角形”が形成され、火災発生の条件を満たす。一方、“火の三角形”の一辺を取り除けば、火災の発生が防止できる。なお、最近は燃焼継続の要素として連鎖反応を追加した四要素説（燃焼の正四面体として図示される、本項では省略）にもとづいた火災予防の必要性が強調されるようになっている。

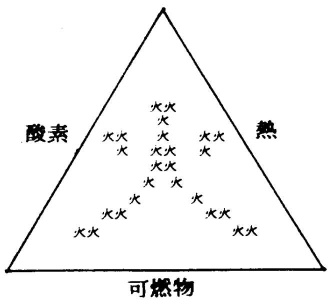


図　“火の三角形”

2．3　火災予防の心得

火災を予防するためには、以下の心得を厳守する。

1）“火気厳禁”の表示がある場所では、絶対に火気を使用しない。
2）火気を使う器具や高温の熱源は、使用前に必ず破損やガラスの傷の有無を点検し、不燃性の台の上に置いて使用する。
3）引火性、発火性、爆発性の危険物を実験室に持ち込む場合、法律などに定められた数量を超えてはならない。
4）実験室の危険物は、熱源から離して使用や保管を行い、常に整理しておく。
5）可燃性の溶剤は、必要な量のみを“小出し”にして使用する。これは事故の拡大を防ぎ、避難を容易にする処置である。
6）スイッチ・ヒューズ・電気コードは、十分な容量の規格品を使用する。また、電気の配線は、タコ足状態や床へ垂れ下がった状態にしてはならない。
7）ゴム管やポリ塩化ビニール管は、折り曲げても亀裂の入らない安全なものを使用する。

配管には脱落や、電気コードとの接触がないようにする。
8）未知の点が多くて危険を伴うと予想される実験は、絶対に一人で行ってはならない。また、夜間の実験はできるだけ避ける。
9）火災や爆発の可能性がある箇所に気づいた際は、直ちに教員や工学部事務室・理系守衛室へ連絡する。可能な場合、初期消火や安全な応急措置をとる。
10）実験室から退出するときは、火気や電源の後始末、消灯、冷暖房の停止、戸締まりなどを必ず確認する。
11）消火器、消火栓および配電盤等の設置場所には、操作の邪魔になる物品を絶対に置いてはならない。
12) 喫煙するときは、屋外の喫煙指定場所で行う。喫煙後には吸殻の火を完全に消した後、灰にも火の気のないことを確かめる。

２．４　火災報知器と消火器

火災発生時に有効な消火活動を行うため、実験室周辺の火災報知器および消火器の設置場所を確認し、消火器の使用方法を修得しておく必要がある。

１）火災報知器は、そのボタンを押した時、もしくはその感知器が火災を検出した時、ベルが鳴り響き、同時に消火栓のポンプが始動する。さらに、発火場所が守衛室や事務室の表示盤に表示される。
２）廊下等に設置されている小型消火器には、普通火災用（A）、油火災用（B）および電気火災用（C）という“使用区分”がある。必ず燃焼物に適した使用区分の消火器を選んで使わなければならない。さらに、小型消火器の種類には、炭酸ガス消火器（B、C）、粉末消火器（A、B、C）および泡消火器（A、B）などがある。火災の大きさの程度に応じて、それぞれ“初期火災のみ”、“初期から大火災”および“大火災のみ”というように使い分けて使用する。

２．５　火災が発生したときの処置

実験室で火災を引き起こしたり、もしくは近くで火災が発生したりしたときは、以下の行動が実行できるように、日頃から訓練しておく。しかし、どんな場合においても、人命を第一として無理をせずに避難する。

１）まず、火災の発生状況を確認し、近くの人達に“火事だ！”と大声で知らせる。次に、状況に応じて、火災報知器のボタンを押すか（報知器のベルが鳴り、消火栓ポンプが始動し、発火場所が守衛室と事務室に表示される）、守衛室や事務室へ火災の場所と状況を連絡する。場合によっては、火災の発生した建物の所在地と名称および状況を消防署（１１９番）に電話で連絡する。
２）適切な消火器を用いて、あわてずに初期消火を行う（適切な消火剤を使えば、初期消

火は容易である）。ただし、ガスが発生し天井が燃え始めたら、すべての行動を放棄して速やかに安全な場所に避難する。

3）燃焼が継続する連鎖反応による火災の消火には、ハロゲン化物消火剤などを使用する必要がある。

4）ガスの元栓を閉じ、火元からできるだけ離れた位置で電源を切る。火元周辺の燃え易い物を素早く除去する。

5）被服に着火した場合、手やあり合わせの物で“もみ消す”。可能であれば水を被り、難しければ廊下や床に転げて“もみ消す”。

6）可燃性ガスのボンベが噴出して発火した場合、消火せず火元から離れる。可能であれば、周囲の可燃物を除去して延焼を防止する。

7）有毒ガスが発生する可能性のある場合、防毒具を着用して消火する。

8）ドラフト内での火災は、換気を停止して消火する。しかし、煙や有毒ガスの発生および爆発性の物質がある場合、換気を続けて消火する。そのときの状況に応じた処置が必要である。

9）建物の廊下の防火扉を閉めるとき、大声を出して通知する。扉の内側に閉じ込められた場合、防火扉のドアを開いて逃げる。

２．６　爆発が起こったときの処置

1）負傷者の有無を調べ、まず負傷者を救護する。

2）引き続き爆発する恐れのあるときは、速やかに避難する。ただし、爆発した装置を直ちに安全な状態にする対策が必要な場合、最低限の人員を残す。

3）爆風による事故や飛散物による二次的事故を防ぐため、爆発した装置周辺の安全を確保する。

4）爆発によって火災が発生したときは、「２．５　火災が発生したときの処置」に従って対応する。また、事後速やかに守衛室や工学研究科・工学部事務室に連絡を入れる。

２．７　夜間に発生した火災の処置

夜間の火災に対しても、昼間と同じように「２．５　火災が発生した時の処置」に従って消火活動を行う。しかし、昼間ほど多くの協力者は得られないことや暗くて周囲が見えにくいことを忘れてはならない。火災が発生したときには、直ちに火災報知器のボタンを押し、守衛室へ発生場所と状況を電話連絡する。この行動が昼間の火災以上に重要である。

２．８　避難

実験装置や資料がいかに貴重であっても、人命に勝るものはない。種々の消火対策を試みても、常に初期消火できるとは限らない。初期消火が手に負えなくなったときには、冷静に避難（退出）しなければならない。なお、火災に関連した設備については後述の「Ｉ－９　建築防災設備（P36-41）」も参照すること。

１）天井が燃え始めたり、ガスが発生したり、再爆発や二次的事故の危険が生じた場合、速やかに安全な場所へ避難する。
２）避難（退出）する際は、ガスの元栓や電源を止め、危険物を除去するなどの処置および他人の不在を十分に確認する。その後、出入口の扉を閉める。
３）廊下での避難方向は、煙の流れをみて風上へ逃げる。煙が多い場合、手拭いやハンカチなどを口にあて、姿勢を出来るだけ低くして避難する。
４）エレベーターは使用してはならない。運転が停止して閉じ込められること防ぐ処置である。
５）階段は、煙の通路になることが多く、避難経路としては危険が多いことを留意する。日頃から建物の構造や非常口などを調べて避難経路を考えておく。
６）バルコニーは、一時的な避難場所や避難経路に利用できる。
７）屋上は、比較的安全な避難場所である。しかし、屋上出口は鍵が掛けてあるので注意する。
８）非常階段や非常梯子などが使えないときは、窓を開けて大声で救助を求める。
９）廊下の防火扉やシャッターを封鎖するときは、必ず他の人に周知する。閉じ込められた場合、防火扉は強く押すか引けば開閉できる。

3　地震対策

３．１　地震に備えて

地震に対する防災体制が整えられている。学生は教職員の指示・誘導に従って行動する。また、二次火災なども含めた総合的な防災教育・訓練が年一回行われている。さらに、以下のような点検・整備も定期的に行われている。「天災は、忘れた頃にやって来る」とは寺田寅彦の名言である。天災と人災とを混同させないような心構えが大切である。

１）建物やブロック塀の倒壊や、看板などの落下する危険性はないか。
２）危険物は正しく保管・保持されているか。
３）非常作業用の資材や機材、救急薬品、非常用食品や生活用品などは揃えてあるか。
４）消火設備や避難設備は、いつも有効に使用できるように点検、維持されているか。
５）ボンベや爆発その他の危険性のある実験装置類・家具類（本箱を含む）は、転倒や水平移動を防ぐため、壁や床に十分な強度で固定されているか。また、配管や配線も、はずれないように固定されているか。

３．２　地震が発生したときの行動

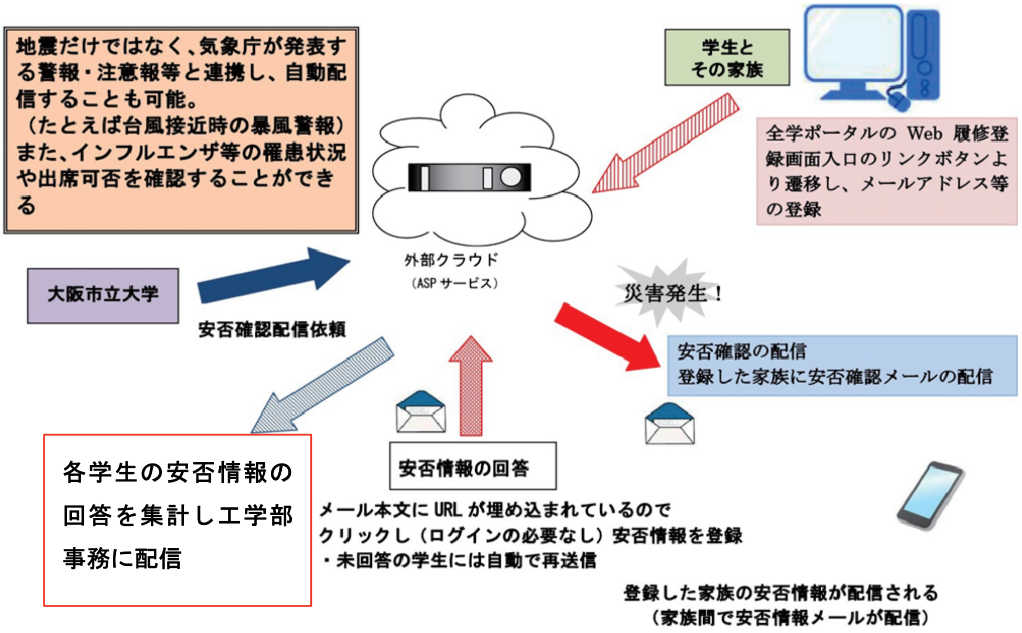
地震を感じた場合、第一に地震の大きさ、強さを判断して影響の程度を勘案して対処する。緊急地震速報や「安否確認システム」からのメール（注）などの地震情報を入手した場合、速やかに安全な場所に移動する。

（注）本学では平成 26 年度から「安否確認システム」が導入されている。必ずスマートフォンや携帯電話等で､緊急時でも受け取れるメールアドレスを事前登録すること。

（1）グラッときたら火の始末

強い地震が起こったときは、まず、身の安全を確保する。揺れが収まった後、「火を消せ！」と声を掛け合い、できる限り装置類の運転を停止または停止する準備を手早く行う。また、可能な限り実験などは中止する。屋内の火を消す、可燃性ガスのボンベを閉めるなどの措置をとって、出火や危険なガスが流出しないようにする。

大阪市立大学「安否確認システム」の概要



（２）身体を安全な場所に

身体を安全な場所に寄せる。危険を伴う作業は中断し、素早くその作業スペースから離れる。特に地震が大きいと感じたとき、身体の安全を第一に考えて行動する。建物の中、特に鉄筋コンクリートの建築物の中にいるときは、落下物や危険物のない広いスペースを探し移動するか、机などの下に身を寄せる。スチール家具や本箱などは倒れることがあるので身を寄せてはいけない。また、ガラス窓の近くではガラスが割れる可能性があるため注意する。プラスチックタイル張りの部屋では、重量物が横滑りすることがあるので、壁との間に挟まれないように気を付ける。

（３）１分過ぎたらひと安心

大きな地震でも、主要動（初期微動に続いて起こる振動）が始まって１分間以上経過すれば、それ以上地震動が強くなることはまずない。1995 年の阪神・淡路大震災の場合、強い揺れは 20～30 秒間であったと報告されている。しかし、大きな地震の後は余震が続き、被害を受けた建物や設備は、それほど強くない余震でも大きく損壊する可能性があるので注意する。ラジオやテレビ、インターネット、携帯電話などで的確な情報を得て行動することが肝要である。決して誤った不適切な情報（デマ）に惑わされたり、広めたりすることのないようにする。

（４）火が出たらすばやく消火

地震に伴う火災が被害を大きく広げる。地震による火災の場合、学内外ともに各所で火災が多発する可能性があり、１ヶ所に消火力を集中することができなくなる。できる限り周囲の人員で、初期消火に努めることが大切である。

（５）あわてて外へ飛び出すな

直ぐに建物が損壊しない限り建物内にとどまって、あわてて飛び出さない方がよい。あわてて飛び出すと窓ガラスの破片が落ちてきたり、ブロック塀が倒れてきたり、地震動によって生じた段差などで転んだり踏み外したりして、怪我をすることがあるので十分に気を付ける。建物内の火災が大きくなった場合、外部に避難しなければならない。やむを得ず外へ出る場合、ヘルメットや厚手の服や手袋などを着用した方がよい。各人が冷静に行動し、互いに助け合うことによって怪我や出火に伴う被害をかなり軽減できる。

３．３　阪神・淡路大震災の体験にもとづく指摘事項

非常に大きな自然災害の結果、同時に多数の人的・物的損害が発生する。このような状況は、すべてが十分に想定できるものではない。したがって、大震災の体験や体験談は、事故あるいは災害が同時に発生する場合や予想外の二次的あるいは三次的な災害も起こる場合への教訓となる。以下に、それらの教訓のうち主な点を示す。

（１）災害への対策

１）設備・装置などの定期点検（例えば年２回）の確実な実施
２）本マニュアルに従った二次災害の拡大防止
３）本マニュアルに従った安全教育の実施

（２）災害時の対応と処置

大きな地震は、頻繁に起こるものではないが、体験にもとづく対応として次のような点があげられる。災害が複合化した場合の対策をあらかじめ考慮しておく。

１）必要に応じて、本書の該当部分を見やすい場所に常時掲示する。
２）発生時の処置、例えば通報、初期対策、避難、連絡方法、連絡網などを二通り以上つくる。また、各段階での対応を常に確認する。実際の運用にあたってそれらを整備し、必要に応じて更新する。

（３）事故・災害の種類別のマニュアル化

本マニュアルは、教育･研究体制にもとづき構成された内容を記述されているが、爆発、火災、高圧事故、酸欠事故、機械事故、レーザー事故、工作・工具事故、薬品災害、微生物災害など種類別の対策マニュアルも必要である。

３．４　地震の大きさの基準

実験中あるいは実習中に地震が起こった場合、危険防止のための判断ならびに処置が、その場にいる当事者に求められる。しかし、その場に人が不在の場合、発表される地震の強度に頼ることになるので、気象庁の震度の分類を次表に示す。なお、先述の「安否確認システム」から気象庁発表の震度情報を入手することができる。

表　　気象庁の震度階級

＊気象庁の解説には、本表の人間への影響以外に、屋内の状況、屋外の状況、木造建物、鉄筋コンクリート建物、ライフライン、地盤・斜面についても記述されている。

計測震度	震度階級	人　　間
	0	人は揺れを感じない。
0.5	1	屋内にいる人の一部が、わずかな揺れを感じる。
1.5	2	屋内にいる人の多くが、揺れを感じる。眠っている人の一部が､目を覚ます。
2.5	3	屋内にいる人のほとんどが、揺れを感じる。恐怖を覚える人もいる。
3.5	4	かなりの恐怖感があり、一部の人は、身の安全を図ろうとする。眠っている人のほとんどが、目をさます。
4.5	5弱	多くの人が、身の安全を図ろうとする。一部の人は行動に支障を感じる。
5.0	5強	非常な恐怖を感じる。多くの人が、行動に支障を感じる。
5.5	6弱	立っていることが困難になる。
6.0	6強	立っていることができず、はわないと動くことができない。
6.5	7	揺れにほんろうされ、自分の意志で行動できない。

４　健康管理

４．１　健康管理

健康は、学生にとって最も大切なことはいうまでもない。無理をしないよう気を付け、万一病気になったときは早期に診断を受ける。軽いうちに直すことが肝要である。

４．２　健康診断

健康を守り、病気を早期に発見するために、健康診断が義務づけられている。本学では、毎年４月の定期健康診断、また、必要に応じて特別健康診断を実施している。学生は必ずこれらを受診しなければならない。

４．３　健康の自己管理

疲労には、「肉体疲労」と「精神（心理的）疲労」とがある。疲労を早く取り除くためには、次のような努力が必要と言われている。

１）規則正しい生活をすること。
２）睡眠を十分とり、休養をすること。
３）栄養のバランスの取れた食事をすること。
４）自分に適した運動をすること。
５）気分転換を考え、健全な趣味をもつこと。
６）必要ならば、「保健管理センター」の健康相談やカウンセリングを利用すること。

４．４　体調のチェック

実験・研究にあたっては、当日の体調を自己チェックする。

１）疲労、便秘などによる不調は、実験・研究をする上で直接危険となる要因ではないが、それらによって注意力や集中力が散漫になり、結果として危険な状態を招くことになる。睡眠不足や過労、深酒の翌日などには注意力や集中力の必要な実験・研究は避けた方がよい。
２）実験・研究中にめまい、頭痛、悪寒などを感じる場合には、直ちに、実験・研究を中止して付き添いを付けて安静にする。めまいなどがそれでも強くなれば、病院へ直行する。

５　怪我の応急処置

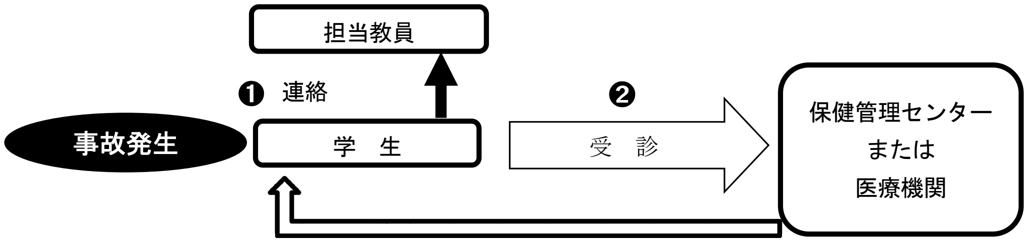
５．１　救急患者の処置

（１）障害事故時の対応

事故が起こったときは、慌てずにその場の状況を的確に判断し、応急手当などを行う。その後、保健管理センター＜TEL.06-6605-2108、(内線の場合)2108＞に連絡し、センターに急行するか、医療機関への搬送を行うかを判断する。重傷の場合、手近な電話で救急車を呼ぶ＜TEL.(研究室の電話を使用する場合、外線発信 0）119 番、公衆電話では赤ボタンを押してから 119 番、携帯電話など＞。その場に教職員がいる場合、教職員の指示に従う。

授業中の事故については、「学生の傷害事故にともなう療養等の一部補助に関する規定」が適用される。その際は、保健管理センターに申し入れる。（註）

❶ 授業中（実験・実習等を含む）に障害事故が発生した場合は、担当教員にその旨を報告する。
❷ 保健管理センター（Tel 06-6605-2108、内線 2108）に連絡し、指示を受ける。緊急時は、
直接医療機関を受診し、治療する。



❸ 受診した医療機関の診察代や院外処方の薬代は、立て替え払いを行い、
領収書及び明細書をもらっておく。後日、保健管理センターの指示に従い所定の手続きを行う。

工学部・工学研究科においては、実験・実習の履修にあたり保険の加入が義務付けられている。保険の制度として例えば、「学生教育研究災害傷害保険」があり、毎年４月に募集が行われる。

（註）保健管理センターより学生へのお知らせ

学生のみなさんへ

授業中に障害事故が発生し、病院で受診した場合

病院での支払い

指定医療機関で受診したとき、病院での支払いは直接大学で行いますので、医療費を支払う必要はありません。ただし、保険診療の自己負担 3 割のうち、3 万円を超える分は自己負担となります。

また、指定医療機関以外で受診したときは、医療費を立て替えて支払う必要があります。後日、保険診療の自己負担 3 割のうち、3 万円を限度として大学が補助を行います。

薬局での支払い

指定医療機関で診察時に発行された院外処方（病院で処方せんをもらい、病院外の薬局で薬を受け取る）により薬局で支払った保険診療の自己負担については、本人が立て替え払いで支払っていただく必要があります。支払いの際、明細書と領収証（レシートは不可）を必ずもらってください。

大学の保健管理センターで手続きを行うと、後日、本人の銀行口座に立て替え支払い分が入金されます。ただし、指定医療機関での診察料が 3 万円を超える場合は、薬局で支払った自己負担分の返金はできません。

※大学の補助は、保険診療の自己負担 3 割のうち、指定医療機関での医療費と院外の薬局での薬代の合計額が 3 万円を限度とします。

申請の際に必要なもの

①印鑑
②口座の分かる通帳など（本人名義）
（①②：振込のために必要です）
③支払い時の明細と領収証（押印のあるもの、レシートは不可）

申請は当月の月末締め、翌々月 10 日に申請された口座に入金されます。

※装具等、自己負担が 10 割のものは対象外です。
※内容により、授業中の障害事故として支払いが認められない場合がありますので、あらかじめご了承ください。

大阪市立大学　保健管理センター
Tel 06-6605-2108

（２）救急患者に対する応急手当

１）事故者を寝かせる。おう吐があるときは顔を横に向け、気管がおう吐物で詰まらないように気道を確保するよう注意する。

２）呼吸が止まっているときは胸骨圧迫を行い、ＡＥＤ(自動体外式除細動器)を案内の指示に従い使用する。

３）事故者をむやみに動かさない。体は保温する（暑からず寒からずの状態）よう注意する。

４）意識不明の事故者に水などの飲料を飲ませない。気管が詰まる危険がある。

５）負傷が大きい場合、心身共に落ちつかせることが大切で、安心させ、静かにさせる。「心配ありませんよ。」の一言が役に立つ。見物人は遠ざける。

６）出血、火傷、骨折などの症状を見落とさないように調べる。大出血、呼吸停止、中毒は特に早急な処置が必要である。

７）火傷や外傷などにより、衣服類を除去する必要があるときは、無理に脱がせることなく、切りとる方が良い場合がある。

（３）医者や救急車を呼ぶときの注意

医師や救急車を呼んだ場合、以下を説明し、指示に従う。人数に余裕があれば、救急車を誘導する。

(a) 事故者の居る場所、道順、目標、人数

(b) 事故の種類、原因、程度

(c) 現場における応急手当の状況

５．２　人工呼吸

感電や打撲、酸欠などによって呼吸が停止した場合、３分以内に呼吸を再開しないと蘇生後に後遺症を残し、６分以上経てば、心臓も停止し蘇生が困難になる。したがって、このような呼吸停止の事故者が発生した場合には、近くにいる者が速やかに人工呼吸を行い、医師あるいは救急車の到着を待つ必要がある。人工呼吸の手順を次に示す。

（１）気道の確保

意識のない場合は、舌が後方へ沈下して気道が閉ざされることが多い。気道を開いて空気の通路を確保することは極めて大切である。まず、事故者を仰向けにし、口の中に異物や吐物があればふきとる。頭をできるだけ後ろに曲げると気道は開く。そのためには、片手を額にあてて頭を後ろに反らせる。他方の手を首に当てて、事故者の下顎を強く引き上げるようにする（P22,図 5-1 参照）。

（2）人工呼吸

人工呼吸は、次のいずれかの方法をその場の状況に応じて行う。

［口→口法］

口から吹き込む。事故者の鼻を片手で閉じる。事故者の口と鼻をハンカチで覆っても効果は変わらない。他の要領は口→鼻法と同じである。しかし、口が固く閉ざされている場合は使用できない。

［胸拡法］

事故者の上半身を立て、実施者は背後から片膝立ての姿勢で膝を事故者の背中に当て、両手を胸に当て胸部が十分広がるように後ろに反らせる。次いで、胸部が縮小するように上体を前にまげる。この動作を毎分 12～15 回くらい繰り返す。

［用手法］

仰向けに寝かせて、事故者の両腕を水平になるまで上げ空気を吸い込ませる。次いで、静かにその腕を胸に戻し、胸を圧迫して空気を押し出す。回数は、毎分 10～12 回くらいでよい。

５．３　<u>胸骨圧迫法（心臓マッサージ）</u>

急に意識がなくなり、呼吸停止またはあえぐような呼吸になり、けいれんが起こり、脈拍が触れず瞳孔が大きく開き、心臓の脈拍停止が疑われたとき、人工呼吸とともに心臓マッサージを直ちに行う。３～４分以内に開始すれば救命の可能性がある。

１）事故者を床上か硬い板の上に移す。ベッドなら背の下に板を入れる。
２）事故者の胸の中央、胸骨下端より約３cm 上の所に、両手を重ねて置く。なお、胸骨下端の剣状突起は避ける。
３）肘は曲げず、伸ばした状態で垂直に体重をかけ、胸骨が４～５cm 陥没するぐらい圧迫する。ただし、胸骨が折れない程度の力とする。
４）１分間に１００回以上、５cm以上沈む強さで胸部を圧迫し、力を抜いて元の高さに戻す。
５）一人で心臓マッサージと人工呼吸を行わなければならないときは、胸骨圧迫３０回に対し、人工呼吸２回を繰り返す。ただし、トレーニングを受けていない場合、人工呼吸は省略できる（２０１０年応急処置のガイドライン参照）。
６）心臓マッサージの効果は、唇や皮膚にやや紅みを帯び、瞳孔が小さくなることでわかる。心拍が回復し始めると、頚動脈に弱いながら拍動が見られるようになる。救急隊が到着するまで、もしくは、事故者が一人で規則的に呼吸できるようになるまで継続する（P23, 図 5-2 参照）。

５．４　大出血のときの処置

（１）主幹動脈が破れたとき

指で傷口より心臓に近い部位を直ちに圧迫し、止血帯を掛ける。傷口は心臓より高くして圧迫すると止まりやすい。止血法は図 5-3（P23）を参照のこと。注意すべきことは、傷面の手当の際、例えば傷の中の衣服片、ガラス、刃物などを不注意に取り去ると、激しい出血を起こすことがあるので触らないようにする。出血は、雑菌を流し出す作用もあるので、止血に専念しすぎて菌を傷に入れることのないよう注意することも肝要である。傷には必ずガーゼを使い、脱脂綿などは傷に付着するので使ってはならない。また、直接、絆創膏は貼らない。ガーゼがないときは、洗ったハンカチなどを一時的に使用することもやむを得ない。

（２）止血法

指圧迫法：傷に触れることなく、心臓に近い動脈を圧迫する。普段から止血点を具体的に覚えておく。

［傷の位置］	［止血点］
● ひたい・こめかみ	耳の中央部の前 0.4～0.5 cm の点。
● 後頭	耳部の中央部の後ろ 0.8～1.0 cm の点。
● 顔面下部（顎）	下顎の角から前方に約 1.0 cm の点。
● 首の上部	鎖骨の中央部で顎の方に約 1.2～1.5 cm の点。
● 腋（わき）下	鎖骨の上方でその中央よりやや内側のところで第一肋骨に向かって強く抑える。
● 上腕	上腕の内側（力コブのできる内側）を骨に向かって強く圧迫する。
● 前腕	肘内側の中央部を押さえる。
● 指	指の付け根に近いところを両側から押さえる。
● 大腿	内股の中央部のやや上。
● 下腿	膝関節の背面の中央部。
● 足指	足指の付け根の両側。

止血帯による止血法は主に大腿部、上腕部に用いる。指圧迫法により長時間止血することは困難なので、病院に送るときは指圧迫法を用いながら止血帯（手拭、太いゴム管、三角巾など）をかける。

＜止血帯を用いるときの注意＞

１）止血帯を直接、傷に触れさせてはならない。

２）止血帯の布幅は１ cm 以上にする。

3）止血帯の締め方が弱いと静脈のみを止め、動脈を止血できないでうっ血状態になり、かえって出血を増すので末端の脈が消失する程度に締める。
4）止血帯を掛けたときは、それを覆い隠すような処置はしない。止血帯をかけた時間を書き込んだ荷札のようなものを付けて必ず医師に報告する。
5）20 分に 1 分程度の間隔で止血帯をゆるめ細胞死を防ぐ。このとき、傷口に十分な消毒ガーゼをあてておく。

５．５　頭部損傷

軽い脳震盪は、安静にしておけば普通、数秒から数分で治癒するものである。脳挫傷、脳圧迫症などは絶対安静を要する。一般に、水平側臥位（横向き）に寝かせ、頭を冷やし、脳外科医の指示を受ける。やむを得ず輸送するときは、必ず担架を使用し歩かせてはならない。傷を伴う場合は、傷内部に触らないように消毒用ガーゼで軽く傷を覆うようにする。意識回復後、再度、頭痛、吐き気、めまいなどを訴えた場合は要注意で、直ちに医師の診断をあおぐ。

５．６　火傷の処置

（１）軽症

火傷面積が身体の 1/5 以下のとき、冷水や氷水による冷却が有効である。少なくとも 30 分以上冷却する。冷水につけるか、清潔な冷たいタオルで火傷部位を冷やす。

（２）重症

火傷面に付着した衣類は、その周辺で切り抜き医師の処置を待つ。火傷面を消毒ガーゼで保護するとよい。広範囲火傷の事故者は、ショック状態におちいるので清潔なシーツやタオルで火傷面を覆い、シーツや毛布でそっとくるみ保温し病院に急送する。体面積の 1/3 以上の火傷は大変危険である。重症の場合、直ちに救急車を呼ぶ。

（３）衣類に火がついたとき

すぐ横に寝かせて毛布などで火をもみ消す。自分の衣類に火が着いたときは、寝ころんで火をもみ消しながら大声で人を呼ぶ。驚いて走り回ってはいけない。

５．７　骨折・脱臼・捻挫

（１）骨折

患部が動かぬよう、副木などで骨折部位と上下関節を固定し（患部と副木の間には痛くないよう綿布などをあてる）医師の処置を受ける。元に戻そうとしたり、動かそうとしない。外傷がある場合は、骨折部を動かさないよう注意して傷の手当をする。事故者を運ぶときは、骨折部が動かないよう細心の注意を払う。肋骨骨折の場合は、呼吸時に痛みが大きいので布団にもたれかけさせるなどの座位をとる方が楽である。胸に穴が開いているときは、清潔なガーゼで蓋をする。脊椎、骨盤のときは、布製の担架より板の上に寝かせる方がよいが安易に動かしてはいけない。 鎖骨の場合は、三角巾で前腕を首につるし、別の三角巾で上腕と胸を固定する。

（２）捻挫・脱臼

冷湿布をし、副木、弾力包帯などで患部を固定する。患部が腫れてくる場合は、原則として医師にかかること。脱臼の場合は、専門医の治療が必要である。

５．８　感電

スイッチや電源を切って直ちに電気を止める。止められないときは、救助者が感電しないよう乾いた棒、布、ゴムの手袋などの絶縁物を用いて患者を感電源から離す。呼吸停止あるいは呼吸が浅いときは、人工呼吸をしながら救急車を呼ぶ。 傷の処置は、火傷のときと同じで保温安静にする。

５．９　水におぼれたとき

少量の水を飲んでいるときは、水をはかせることは不要である。大量に水を飲んでいるときは、椅子または救助者のたて膝の上に事故者をうつ向けにして腹を乗せ、顔を上にあげて水をはかせる。重要なことは、水をはかせるのに手間取ってはならないことである。呼吸が止まっていたら、まず、４回つづけざまに息を吹き込む（クイックステップ）、４回吹き終ったら呼吸と心臓の鼓動をチェックする。脈は弱くても心臓が動いておれば、人工呼吸だけでよい。呼吸も心臓も止まっているときは、心臓マッサージと人工呼吸を続ける必要がある。早く始めることと、決してあきらめずに長く続けることが大切である。

５．１０　日射病

涼しい日陰に移し、衣服を脱がせ寝かせる。アルコールか冷水に浸した布で全身をふくか、冷水で冷やしたシーツで全身を包み体温を下げる。体温が 38～39 度になったら冷やすのをやめ、10 分間くらい様子を見る。再び体温が上がるようなら、冷やす。ケイレンを起こしているときは、半伏せにして窒息を防ぎ救急医療施設へ早く運ぶ。

５．１１　食中毒

原因と思われる食品とおう吐物、便を取っておき、医師に見せる。腹痛には毛布などで腹部をあたため、ひざを曲げて寝かせる。おう吐するときは顔を横向けにした半伏せ位にし、窒息を防ぐ。食べてすぐおう吐し始めたら、早めに水をコップ５～６杯程度、飲ませてから吐かせる。

５．１２　薬品類

（１）皮膚に対する処置

ただちに流水で 15 分以上洗う。液が皮膚のひだや毛髪に残っている恐れのあるときは、酸なら炭酸水素ナトリウム（重曹）水などの弱アルカリ水溶液で、アルカリなら 2%の酢酸やレモン汁で中和しておくとよい。

（２）眼に対する処置

素早く大量の水で洗う。特に、アルカリ性の液は眼球を腐触するので水洗後，すぐ医者にかかる。水流が強すぎると腐触した皮膚の表面をはぎ取るので、水中でまばたき程度にするように注意する。

（３）誤飲に対する処置

大量の水または牛乳を飲ませ、おう吐させる。食道、胃の損傷は数分で死ぬことがあるので、処置は寸刻を争う。与える水は飲んだ薬品の 100 倍は必要である。酸に対しては生卵、アルカリに対しては果汁や酢なども使える。指でのどを刺激して吐かせることも良いが、意識が無いときは窒息する恐れがあるので、何もしないで早急に医師を呼ぶ。

５．１３　毒ガス

迅速に事故者を新鮮な空気のある所へ搬出する。汚染衣服は、取り除き、皮膚は洗浄し保温安静にする。重症の場合は、酸素吸入や人工呼吸が必要である。特に、毒ガスの場合ショックを起こすことがあるので迅速な医者の治療が必要である。

（１）フッ化水素酸

皮膚を激しく腐食するので 30 分間水洗後、マグネシア泥膏でおおい、乾いた包帯を巻く。呼吸器がおかされたときは、絶対安静を保つようにする。

（２）塩素ガス

呼吸障害に対し希アンモニア水をしみこませた脱脂綿を短時間ずつ嗅がせる。アルコール/エーテル等量混合液の蒸気吸引も気道の刺激緩和に役立つといわれている。

（３）一酸化炭素

火気に注意し、新鮮な空気中に患者を搬出し（歩かせてはならない）、安静と保温に注意する。発熱に対しては氷冷し、100％酸素を用いて少なくとも１時間人工呼吸を行う。重症者は、30 分以内に交換輸血が必要なので、早急に医師と血液の手配が要求される。意識回復後は、２～３時間の絶対安静、数日間の休養が必要である。

（４）シアン化水素・シアン化合物

新鮮な空気中に搬出し、意識があれば亜硝酸アルミを５分おきに３分間吸入させ、最高血圧が 80mmHg になったらやめる。この処置は数分以内に取らなければならない。呼吸停止には 100％酸素による人工呼吸を要する。シアン化水素は経皮呼吸されるから石けんと水で洗い、事故者の保温に注意する。亜硝酸アルミによるショックもあるので速やかに医師を呼ぶ。

（５）二酸化窒素

被曝後かなり遅れて突然、発症する。呼吸器症状が軽度でも、酸素吸入を行うこと。肺水腫を主症状とする。口、鼻、目の粘膜、皮膚を１％の重曹水で洗浄する。

（６）硫化水素

５％二酸化炭素（CO_2）を添加した酸素の吸入が有効とされる。眼については、洗眼と損傷結膜感染防止が必要である。

（７）ホスゲン

重症の肺水腫を起こすので、汚染衣服を除去し２％炭酸水素ナトリウム（重曹）水で洗うこと。酸素吸入はできるだけ早く始める。20％アルコールをくぐらせた酸素の吸入は呼吸困難を緩和する。

（８）黄リン

治癒困難な第２度または第３度の火傷を生じやすいものである。水中か大量の流水で洗い流すこと。火傷には５％の重曹水を注ぎ、ついで５％の硫酸銅液で洗浄し、リンを固定してピンセットで取ることになるが、無理にはがさない。

（９）有機溶媒

危険な急性中毒は、低沸点溶剤によって起こりやすく、主に呼吸器からの侵入によるが、経皮呼吸による場合もある。一般に、麻酔作用があり、重症の場合は意識障害、呼吸中枢麻痺を起こし、吸入者は回復期に凶暴になることがある。救急処置は、一般的方法（5.12 薬品類の項参照）と同じであるが、洗浄には合成洗剤と水を用いるとよい。後遺症が残ることがあるので注意が必要である。

（１０）酸素欠乏

短時間で致命的な状態になるので、速やかに新鮮な空気中へ搬出する。人が正常に活動できる空気中の酸素濃度は16%以上であり、10%前後で呼吸困難、悪心、顔面蒼白となり、７%前後で短時間に意識不明、呼吸停止となる。救助者が道ずれにならないように酸素呼吸器、命綱などを用いる。防毒マスクは無効である。

５．１４　<u>小さなけがに対する注意</u>

傷は、消毒ガーゼで出血点を抑え止血する。傷口が泥などで汚れているときは、きれいな水で洗い流す。打ち身の腫れや疼痛には冷やすことが有効である。一般的には、次の事項を守って一日も早く治すように心掛ける。

1）小さなけがや火傷でもきちんと手当をし、医療機関で治療するようにする。そのままにしておくと破傷風など大事に至るときがある。
2）眼に異物が入ったとき、傷がつくので絶対に眼をこすらないで洗眼すること。
3）打撲や捻挫は、外傷がなくとも内出血や骨折などを起こしている場合があるので、必ず医療機関で手当を受ける。
4）治療は、医師の指示した日まで通院すること。
5）災害再発防止のため、怪我の原因は指導教員および事務室担当者に報告すること。

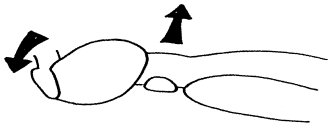


図 5-1　気道の確保　　一方の手を首の後ろに回し、もう一方の手で額を押し下げてあごを突き出す格好にすると気道が開かれる。

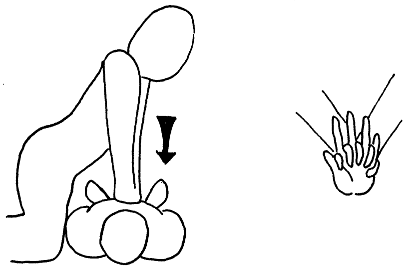


図 5-2　胸骨圧迫　　手は胸の中央、胸骨下端より約３cm 上に置く。手を重ね、指をしっかりと結び合わせ、肘を曲げないで真下に体重を掛けて胸骨を５cm以上圧迫し、力を抜いて元に戻す。この動作を１分間に１００回以上のペースで行う。胸骨圧迫３０回に対し、人工呼吸２回を繰り返す。

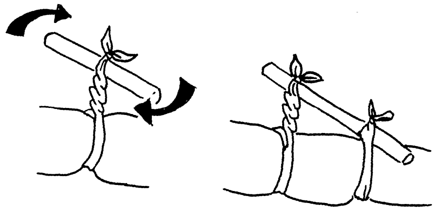


図 5-3　止血　　止血帯（三角巾または太めの紐）を傷口よりも心臓に近い位置に巻き付け、半結びにして棒切れを差し込んで血が止まるまでねじる。棒切れの一方の端は、ほどけないよう紐で固定する。

６　化学物質（薬品）の管理

６．１　化学物質（薬品）の使用にあたって

工学研究科・工学部により取り扱いの許可を受ない者は、化学物質を取り扱ってはならない。ただし、授業等で教職員の指導の下で使用する場合を除く。化学物質を取り扱う者は、研究科長・工学部長および教職員の指示に従わなければならない。

化学物質を取り扱う者は、原則として化学物質管理システムCROCUS（以下「CROCUS」いう）を用いて、化学物質を適正に管理しなければならない。研究室等において、化学物質の購入、使用、移動及び廃棄等で、保有量に変動があったときは、CROCUSに登録する。

６．２　毒物および劇物の管理

毒物および劇物を取り扱う場合、研究科長・工学部長に使用を申請し、許可を得る必要がある。なお、研究室配属前の学部学生に対する授業等での使用は、担当科目の指導教員がすべての責任を負うと定められている。毒物又は劇物のうち製品として取得した化学物質については、すべて CROCUS に使用者名、毒物又は劇物の名称及び使用量の登録し受払簿を作成する。研究室等において調製した化学物質等は、CROCUS上ではなく、別途帳簿で使用の記録を行う。さらに、紛失等を防止するため、定期的に棚卸しを行い、受払簿等と現物の照合を行う。なお、毒物および劇物の保管庫は常に施錠し、その鍵は鍵管理ボックスで管理する。

６．３　化学物質（薬品）の廃棄

実験で不要となった化学物質（薬品）は以下の３通りの方法に区分して廃棄する。

１　廃溶媒としての処分

２　有害汚泥としての処分

３　廃試薬（不要になった薬品）としての処分

これらの廃棄はCROCUSに登録・申請し、廃棄物処理が行われるまで使用者が管理する。

なお、本章の記載内容に関して、詳細は大阪市立大学化学物質管理規程および大阪市立大学化学物質管理要項を参照すること。また、内容の詳細は、以下の CROCUS のトップページにアクセスして確認すること。

CROCUSトップページURL http://crocus.ado.osaka-cu.ac.jp/cris_v1_0/index.aspx

7　実験廃棄物の安全な管理と処理

７．１　実験系廃棄物

実験で使用した器材や容器のうち、「特別管理産業廃棄物」を除いた次のものについては、「実験系廃棄物」となる。特に、オートクレーブ処理を施した実験廃材および【特に注意の必要なもの】に関しては、「日常ごみ」と混在することがないように分別を徹底する。

特別管理産業廃棄物（感染性廃棄物を含む）および「実験系廃棄物」は収集事業者・処分事業者・排出責任者の関係者間で事前に十分に調整し、責任を持って処分する必要があるので、工学研究科・工学部の取り決めに従って排出する。

【実験系廃棄物の具体品目例（一例）】

★廃ガラス類

ビーカー・試験管・アンプル等の実験用ガラス器具、試薬の空容器

★廃プラスチック類

遠沈管・チューブ・チップ等の実験用プラスチック容器、
薬品の付着したビニール、ディスポ手袋、プラスチック製の試薬の空容器

★廃金属類

金属製の薬品の空容器

◆ラット等を搬送又は飼育するダンボール箱は汚染されている恐れがあるため、
実験系廃棄物として取り扱う。←特別管理産業廃棄物（感染性廃棄物を含む）に当たる。

【特に注意が必要なもの】

(1) 注射針、注射筒、メス等

(2) 鋭利なものや外見上区分のできないもの

※非感染性廃棄物であっても『鋭利なもの』や外見上区分のできないものは、
感染性廃棄物と同等の扱いとする。

（環境省「廃棄物処理法に基づく感染性廃棄物処理マニュアル」P18 参照）

(3) 薬品、培養床、血液や体液の付着した状態のもの

(4) その他、法令等で処分方法に定めのあるもの

７．２　粗大ごみ

物品の買い替えの際は引取りを基本とし、不用なものを学内に持ち込まない。やむを得ず粗大ごみなどの「大型ごみ」や「日常ごみに該当しないもの」を排出する場合、工学研究科・工学部の取り決めに従って排出する。

【産業廃棄物の具体的品目例（一例）】（大きさではなく、素材および用途で判断する）

★事務用品類

ファイル類※1、アルバム、写真のネガ、フィルム、はさみ、電卓、クリップ、チョーク、デスクマット（ビニール製）、がびょう、分別されていないペン※2、

★OA 機器類

パソコン用キーボード、マウス、配線コード、ビデオテープ、ＣＤ、ＭＤ、フロッピーディスク、カセットテープ

★施設管理用品

電池（小形二次電池をのぞく）、蛍光灯、錠前、鍵、鏡、小型金庫

★日常用品

傘、スプレー缶※3、一斗缶、金網、アルミはく、アルミトレー、チェーン（金属製）、各種ガラスびん、一升瓶、スプーンやフォーク、鍋、フライパン、食器類、コップ、茶碗などの陶器製品、体温計、血圧計、ライター、

★研究・課外活動用品

各種計測機器、石膏、塗料、食用油、オイル類、シンナー、塗料缶、オイル缶、ボンベ、バッテリー、ビニールシート（ブルーシート）※4、看板類※5

★事務什器類

机、いす、ロッカー類、ソファー、畳、カーペット

★各種電気製品類

電気ポット、電子レンジ、掃除機、ヒーターなどの暖房器具、トースター、ビデオデッキ、各種再生機、電源アダプター、電気スタンド、照明器具、電気カーペット、プリンター、電話機、ファックス、コピー機、リモコン類

※1　ファイル類は素材によっては判断します。そのまま捨てればごみ（産廃）になるが、きちんと分ければ資源（紙ごみ）にすることができる。

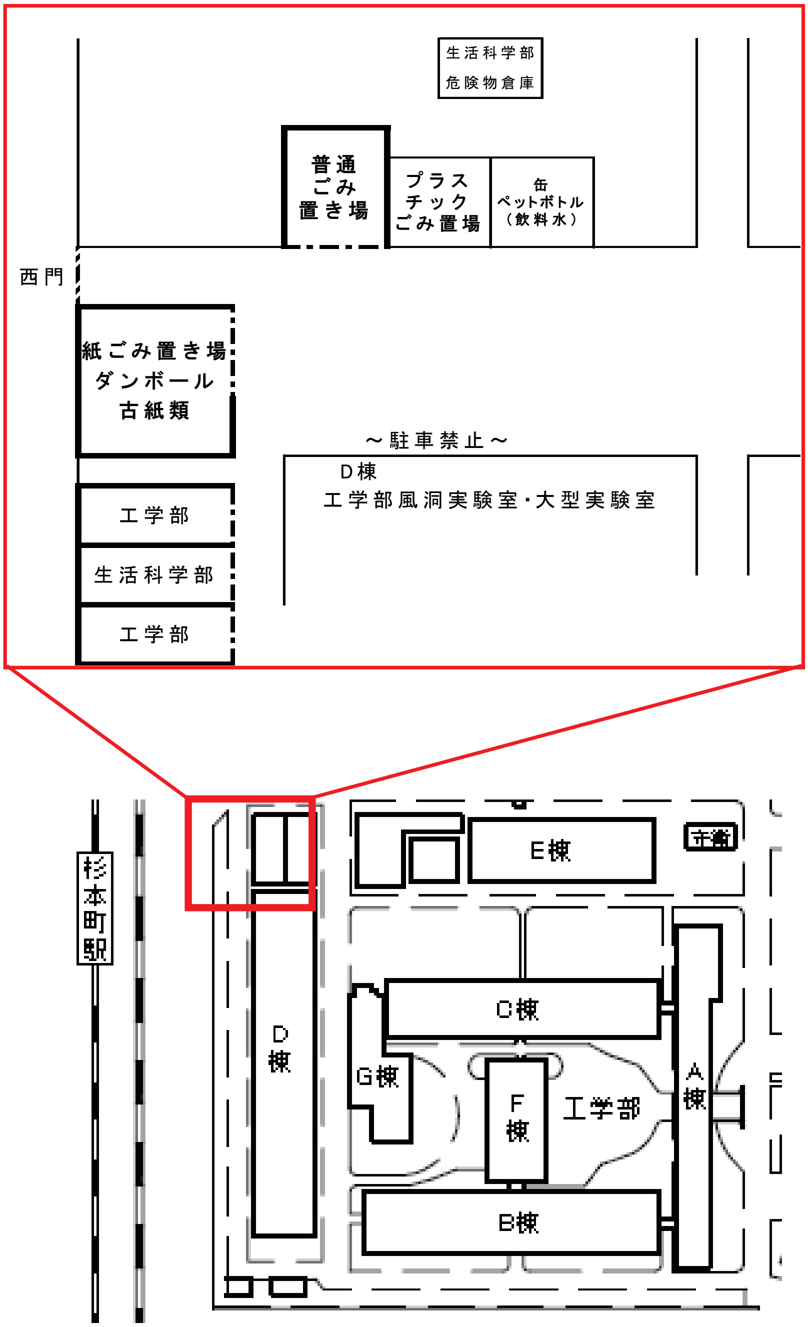
※2　ペンは、分解して金具部分を取り除けば「プラスチックごみ」で捨てることができる。

※3　スプレー缶は「金属くず」ですが、中身を空にして穴を開けてから捨てる。

※4　一般的に「ブルーシート」と呼ばれるビニールシートは、金属部分を取り除いて、ごみ袋（45L）に入れれば「プラスチックごみ」として処分できる。

※5　看板類の中でも、ベニヤ板など木材でできたものは、細かく裁断をしてごみ袋（45L）に入れば、「普通ごみ」として処分することができる場合があります。

工学部ごみ集積場所


生活科学部
危険物倉庫
普通
ごみ
置き場
プラスチックごみ置場
缶
ペットボトル
（飲料水）
西門
紙ごみ置き場
ダンボール
古紙類
～駐車禁止～
D棟
工学部風洞実験室・大型実験室
工学部
生活科学部
工学部
杉本町駅
E棟
D棟
C棟
G棟
F棟
工学部
A棟
B棟

７．３　廃液および汚泥、不要になった薬品

実験で不要となった化学物質（薬品）は以下の３通りの方法に区分して廃棄する。

１　廃溶媒としての処分

２　有害汚泥としての処分

３　廃試薬（不要になった薬品）としての処分

これらの廃棄を行うに当たり、後述の分別・保管・処理方法に注意する必要がある。また、レッテルが剥がれるなどにより内容不明試薬が発生することなどがない様に、日頃から試薬の保管・管理を徹底する。また、レッテルが剥げそうな試薬瓶などは補強などの対策をとる。それでもなお、レッテルが破損するなど不明試薬が発生した場合は、種々の機器分析により物質の分析を行い、同定する様に努める。その結果に基づいて適切に廃棄処理する。レッテルが破損した不明試薬で物質の同定が困難な場合、その処理は適切な業者に依頼する。

不要となった化学物質の廃棄作業は必ずその試薬（薬品）の特性を把握した教員の立ち会いのもとに行う。

当大学の排水は、すべての使用済みの水とともに大阪市の下水道を通じて下水処理場に入り処理される。そのため、特に、大学が有害・汚染物の発生源になってはならにという姿勢で研究・実験にのぞむことが必要と考えられる（大阪市立大学廃棄物等処理対策委員会、1989 年）。実験室から出される廃液の保管・処理は、重金属や有機溶媒などの有害物質を含むため法律で規制されている。廃液については、本学部では処理を一括して専門業者に委託している。

７．４　保存上の注意

１）錯イオン、キレート生成剤など処理に障害となる成分が共存するときは、それらを含む廃液は別に収集し、あらかじめ障害となる成分を分解した後、所定の分別を行う。

２）次の廃液は相互に混合してはならない。①過酸化物、過マンガン酸カリウム、クロム酸などの酸化剤と有機物、②シアン化物、硫化物、次亜塩素酸塩と酸、③塩酸、フッ酸などの揮発性酸と不揮発性酸、④濃硫酸、スルホン酸、オキシ酸、ポリリン酸などの酸と他の酸、⑤アンモニウム塩、揮発性アミンとアルカリ。

３）破損または腐食されない収納容器を選び、内容物の成分および組成を明らかにしたラベルを添付し安全な場所に保管する。特に、毒性の強い廃液については注意が肝要である。

４）悪臭を発するメルカプタン、アミンなどの廃液、有毒ガスを発生するシアン、ホスフィンなどの廃液および引火性の強い二硫化炭素、エーテルなどの廃液は、漏洩しないように適当な処置を講じ早期に処理をする。

５）過酸化物、ニトログリセリンなどの爆発性物質を含む廃液は慎重に取り扱い、早期に処理をする。

６）貯留量は容器の容積の 2/3 を限度とする。

７）廃液処理に必要な薬剤を節減するため、廃酸、廃アルカリをそれぞれの中和に利用したりして、積極的に廃液の有効利用を考える。

８）クロム酸混液など有害廃液を排出する薬剤の代わりに、無害または処理容易な代替品を積極的に利用する。

９）メタノール、エタノール、アセトンなど比較的多量に使用する溶媒は、原則として回収利用し、残渣を処理する。

１０）　有機、無機混合廃液は、有機物をあらかじめ分解した後、無機廃液として処理する。

（1）廃液区分

廃液は組成が複雑多岐にわたり、人体に危険な物質を含むこともあるので取り扱いには十分注意し、30,31 頁に示す区分表および区分フローチャートに従いタンクに分別し、業者に処理を任すまで指定の貯蔵庫に保管する。

廃液区分

無機廃液

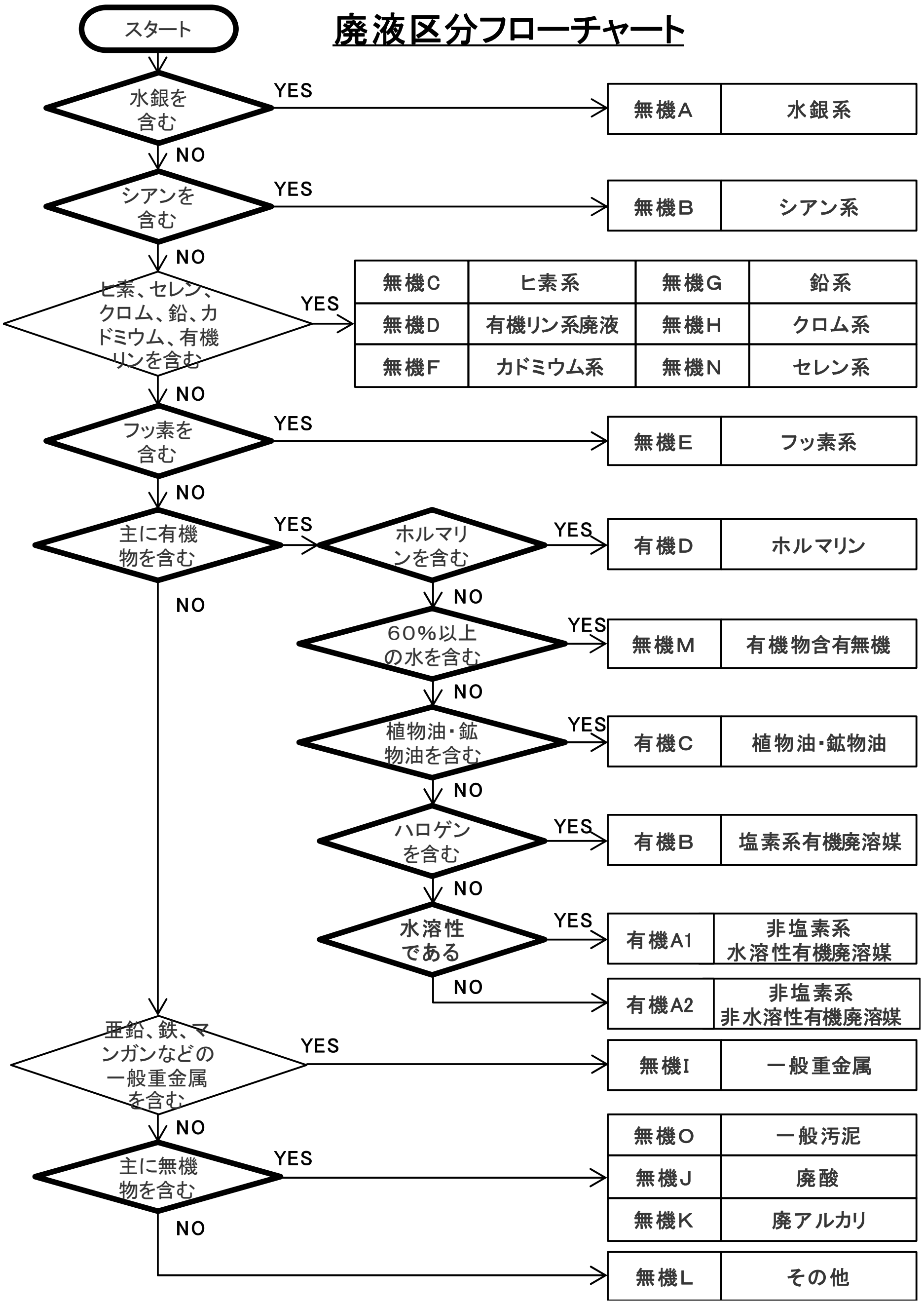
	廃液区分	残留区分	適　　用
A	水銀系廃液	1. 有機水銀	金属水銀や固形のアマルガムなどを含まないこと。有機水銀系では、とくに塩化物の混入を避けること。
		2. 無機水銀	
B	シアン系廃液	3. シアン錯化合物	常にアルカリ性に保ち、酸性廃液に混入しないこと。可能な限り原点処理を行うこと。
		4. シアン化物	
C	ヒ素系廃液	5. ヒ素、ヒ酸塩類	可能な限り重金属の混入を避けること。
D	**有機リン系廃液**	6. **有機リン化合物**	可能な限り重金属の混入を避けること。
E	フッ素系廃液	7. フッ素化合物	可能な限り重金属の混入を避けること。
F	カドミウム系重金属廃液	8. カドミウム化合物	ベリリウム、オスミウム、タリウムその他健康を害する金属塩類を含まないこと。有機物、リン酸、珪酸、アンモニアの混入は出来るだけ避けること。
G	鉛系廃液	9. 鉛化合物	ベリリウム、オスミウム、タリウムその他健康を害する金属塩類を含まないこと。有機物、リン酸、珪酸、アンモニアの混入は出来るだけ避けること。
H	クロム系廃液	10. クロム(Ⅲ)化合物	ベリリウム、オスミウム、タリウムその他健康を害する金属塩類を含まないこと。有機物、リン酸、珪酸、アンモニアの混入は出来るだけ避けること。
I	一般重金属廃液	11. Zn、Fe、Mnなどの一般重金属	ベリリウム、オスミウム、タリウムその他健康を害する金属塩類を含まないこと。有機物、リン酸、珪酸、アンモニアの混入は出来るだけ避けること。
J	廃酸	12. 廃酸	可能な限り重金属の混入を避けること。
K	廃アルカリ	13. 廃アルカリ	可能な限り重金属の混入を避けること。
L	ベリリウム、オスミウム、その他取扱注意廃液		
M	有機物含有無機廃液		
N	セレン系		
O	一般汚泥		

有機廃液

	廃液系別貯留区分	適　　用
A1	**非塩素系水溶性有機廃溶媒**	**水と混じりあう有機化合物の混合廃液で、ハロゲンを含まないもの。重金属を含まないこと。**
A2	**非塩素系非水溶性有機廃溶媒**	**水と混じりあわない有機化合物の混合廃液で、ハロゲンを含まないもの。重金属およびPCB等の難燃性有害物質を含まないこと。**
B	**塩素系有機廃溶媒**	**水と混じりあわない有機化合物の混合廃液で、ハロゲンを含むもの。重金属およびPCB等の難燃性有害物質を含まないこと。**
C	植物油、鉱物油	
D	ホルマリン	

（２）廃液区分の目安

廃液は以下のフローチャートに従って、分別して保管する。



注　水溶性・非水溶性の区分は化学物質の性質に依存し、消防法危険物第４類の区分に準ずる

７．５　無機廃液

以下に区分ごとの一般的処理法を挙げる。

（１）水銀系廃液

他の金属系廃液と絶対に複合系にしないこと。

１）廃液をほぼ中和する。

２）10ℓ あたり約５ｇの割合で硫化ナトリウムを加えてよくかき混ぜる。少量を濾別して濾液が鉛糖試験紙を黒変するまで、この操作を繰り返す。水銀含量が推定可能の時は、計算量の硫化ナトリウムを一度に加えてもよい。

３）pH７～９に調製した後、濾過し、沈殿を固形廃棄物としての区分を明記して保管する。

４）濾液の処理は、後述の（９）項の有機化合物水溶液の項に従い処理する。

５）有機水銀化合物を含むもので、そのままでは硫化ナトリウムと反応しないものについては、次亜塩素酸ナトリウム水溶液などで酸化分解した後、上記の処理を行う。

（２）シアン系廃液

他の金属系廃液と絶対に複合系にしない。特に、シアン化物イオンを含む廃液の場合、酸性廃液との混合は、青酸ガスの発生を促すので、厳禁である。

１）廃液の pH を９～10 に調整する。

２）次亜塩素酸ナトリウム水溶液で酸化分解する。この分解には、数日を要する。

３）pH７～９に調節した後、排出する。

４）シアン錯化合物は、この処理法では難分解性なので、現状では処理せずに貯留する。

（３）ヒ素系廃液

ここで処理するヒ素系廃液は、ヒ素、ヒ酸、亜ヒ酸の塩類を含む水溶液である。

１）必要量の鉄（Ⅲ）塩を加えてほぼ中和する。

２）生じた沈殿を濾過し、固形廃棄物としての区分を明記して保管する。

３）濾液の処理は、後述の（８）項のグループの廃液と併せて処理する。

４）有機ヒ素を含むもので、そのままでは鉄（Ⅲ）塩と反応しないものについては、あらかじめ次亜塩素酸ナトリウム水溶液などで酸化分解した後、上記の処理を行う。

（４）リン酸系廃液

１）次亜塩素酸ナトリウム水溶液で酸化分解する。この分解には数日を要する。

２）pH７～９に調節した後、排出する。

（５）フッ素系廃液

１）石灰乳または塩化カルシウムを加えて撹拌する。

２）濾過して沈殿を固形廃棄物としての区分を明記して保管する。

（６）カドミウム、鉛、クロム（Ⅲ）系廃液

処理法は同一であるが、複合系廃液にしないことが望ましい。

１）廃液をほぼ中和する。

２）10ℓ あたり約５g の割合で硫化ナトリウムを加えてよくかき混ぜる。少量を濾別して濾液が鉛糖試験紙を黒変するまで、この操作を繰り返す。重金属含量が推定可能のときは、計算量の硫化ナトリウムを一度に加えてもよい。

３）pH７～９に調節した後､濾過し､沈殿を固形廃棄物としての区分を明記して保管する。

４）濾液の処理は、（９）項の有機化合物水溶液の項に従い処理する。

（７）クロム酸、重クロム酸塩類、クロム酸混液等のクロム（VI）の廃液

１）液がアルカリ性の時は、まず塩酸を加えて酸性にする。

２）廃アルコールその他の還元剤でクロム（Ⅲ）（緑色）まで十分に還元する。

３）液がきわめて多量の硫酸などを含んでいるときには、２）の処理の後、廃液をほぼ中和する。

４）上記の（６）項の処理を行う。

（８）一般重金属系廃液（銅、亜鉛、鉄およびマンガンの塩類）

この場合については、廃液が複合系になってもそれほど問題がない。

１）廃液をほぼ中和する。

２）10ℓ あたり約５gの割合で硫化ナトリウムを加えてよくかき混ぜる。少量を濾別して濾液が鉛糖試験紙を黒変するまで、この操作を繰り返す。重金属含量が推定可能のときは、計算量の硫化ナトリウムを一度に加えてもよい。

３）pH７～９に調節した後､濾過し､沈殿を固形廃棄物としての区分を明記して保管する。

４）ろ液の処理は、（９）項の有機化合物水溶液の項に従い処理する。

（９）イソニトリル、メルカプタン、ホルマリン、フェノール、有機ホウ素化合物、水溶性硫化物などの水溶液

これらの水溶性有機化合物の水溶液は、有機廃液に近いが、次の処置を行う。

１）次亜塩素酸ナトリウム水溶液で酸化分解する。この分解には数日を要する。

２）pH７～９に調節した後、排出する。

（１０）廃酸、廃アルカリ

廃酸や廃アルカリは､できる限り随時原点処理により pH６～９に中和処理を行い排出する。

７．６　有機廃液

廃液区分表(P30)に掲載してあるように、一般の有機溶媒は非塩素系、塩素系に区分して貯留し、できるだけ混合させないように注意する。難燃性の有機化合物を含む場合、不燃性塩素系廃液として取り扱う。さらに、非塩素系有機廃液は、水と混ざり合う水溶性廃液と水と混ざらない非水溶性廃液に区分して、貯留する。焼却により有害物を生じない有機廃液および廃油などは、処理業者への委託により処理を行うことが可能である。以下の点に注意して区分貯留する。

１）できるだけ回収して再使用する。特に、含ハロゲン溶媒は極力回収すること。
２）回収しがたい複合系については、処理業者への委託のため各学部所定の場所に定期的に集めて保管する。
３）焼却が可能であるが、毒性が少なく水溶性である酢酸、エタノールなどについては多量の水とともに排出する。
４）区分貯留の際には、必ず保管容器に区分を明記しておくこと。

８　危険物の運搬

危険物の運搬は必ず複数人で行うこと。また、液体窒素や揮発性溶媒を運搬する際、エレベーターの使用はできるだけ避ける。やむを得ず使用する場合、エレベーターは密室であり、窒息などの重大事故を引き起こす可能性があることを十分留意する。

エレベーター使用時は次の運用ルールを必ず守ること。

１　エレベーターには運搬する容器のみを搬入し、人員は乗り込まない

２　誤って関係者以外が乗り込まないよう、鎖で入り口を塞ぐ

３　所定の階に人員を配置し、容器の搬出を行う

エレベーター前の案内板

エレベーター内の案内表示と乗り入れ防止用鎖

9　建築防災設備

建築防災設備は、大きく以下のように分類される。

建築防災設備
- 消火設備
- 防排煙設備
- 警報・避難設備
- 非常電源・制御設備

ここでは、日常、工学部の建物内外で目につく設備とその使用法を写真により説明する。イザというときに慌てないよう、日頃からの心がけや適切な訓練によって熟知し、設備を有効に使用できるようにしておく必要がある（前述の「Ｉ－ ２　火災予防および消火と避難」参照）。火災時は財物の持ち出しよりも人命第一の避難を優先させる。

写真１（左上）　建物内の廊下に設置されている火災報知器、消火栓、消火器

火災報知器：ボタンを押したときあるいは感知器が火災を検知したときベルがなり、消火栓のポンプが始動する。発火場所が理系守衛室　や工学部事務室（Ａ棟１階）の監視盤に表示される。

消火器：粉末消火器で、普通（Ａ）、油（Ｂ）および電気火災（Ｃ）に使用できる。使用法は、消火器が置かれている付近に表示されている。また、本体にも使用法が書かれている。初期消火に使われる。

写真２（右上）　消火栓の扉を開いたところ

消火栓：報知器によってポンプが始動し、ホースを伸ばしバルブを開いて消火目標に向かって放水する。初期消火以外は避難第一で、火勢が大きくなれば、消防士に任せた方がよい。

写真３（左下）　建物屋内の廊下にある放水口

放水口：建物屋内の廊下に設置されており、消防隊専用の放水口で、消防士が建物に入り、放水栓にホースを接続してバルブを開き、消火活動をする。

写真４（右下）　講義室・研究室の火災感知器

火災感知器：中空である感知器内の空気が温度変化で膨張して火災を検知し、守衛室や事務室の監視盤に火災発生場所を伝える。この器具の下でガスストーブなどの高熱源を使用すると、誤動作となる場合があるので注意する。

写真５（左上）　バルコニー

建物のデザインとして造られている。工学部のＢ棟やＣ棟などの窓回りの外部にデザインされているが、火災時には一時的な避難場所として利用される。

写真６（右上）　避難誘導灯

緑色と白色で表示され、常時、点灯している（火災時でも点灯）。この誘導標識に従って避難する。工学部Ｃ棟には南・中央・北側と３カ所の階段があるが、各位置に１個、計３個の誘導灯が設置されている。

写真７（左下）　防火扉

火災による炎や煙の拡散・拡大を防ぐ。扉は手動により開閉できる。火災で扉が閉じられている場合、不用意に扉をあけて火災側へ入ると酸素補給によって急激な燃焼（いわゆる、バックドラフト）が起こりうるので注意を要する。避難扉も付置されている。

写真８（右下）　防火シャッターと避難扉

防火シャッター：防火扉と同様に、火災による炎や煙の拡散・拡大を防止する。シャッターは手動式のクランクで開閉される。イザというときのために、クランクの保管者・保管場所を明らかにしておく必要がある。

避難扉：シャッターが閉じられている場合、シャッター横のこの扉を開いて避難する。

写真９（左上）　避難器具の扉を開けたところ

避難用のロープと固定器具が収納されている。上階から地上への避難に使われる。

写真１０（右上）　避難器具用ロープ支持台

高所（この写真ではＣ棟４階に設置）から避難するときにこの避難器具類を用いる。商品名はスローダンで、フック、滑車、ロープとベルトからなり、バルコニーに設置されている写真１０の支持台を利用して地上へ避難する。使用法を習熟しておかなければ、この器具の利用は難しい。

写真１１（左下）　建物屋外にある火災報知器と消火栓

火災報知器：写真１に示されている報知器に対し、検知動作は同じであるが、消火栓のポンプは自動的に始動しない方式である。

消火栓：扉内にある始動装置を操作して、ポンプを始動させる。屋外の火災報知器や消火栓の前には障害物を置いてはならない。

写真１２（右下）　屋外避難階段（Ｆ棟）

屋内の火災場所から速やかに避難するために使われる。屋内から見て、外開きであるため、扉付近に物などを置いておけば開けられないことがあるため、障害物は置かないようにし常に、外へ避難できるようにしておく。外部からの不審者進入を防ぐ上でも、開放厳禁である。

写真１３（左上）　消防隊進入口（Ｆ棟）

ベランダに面した窓に赤色の逆三角形印が標示されており、この印のある窓を割って消防隊が屋内の火災消火のために進入する。したがって、進入を妨害するような物をこの付近においてはならない。

写真１４（右上）　複合受信機（自火報・防排煙と警報）

自動火災報知器、防排煙報知器と警報機が組み込まれており、事務室（Ａ棟１階）に設置されている。発火場所が特定できる。

写真１５（左下）　高圧ガス監視盤

高圧ガス監視盤：高圧ガスを使用している室や区域でガス漏れが生じたとき、監視盤に表示され、適切な処置がとられる。事務室（Ａ棟１階）に設置されている。

写真１６（右下）　理系守衛室に設置されている火災警報盤

各室に対してではなく、ブロック別に分けられて、発火区域が災警報盤に表示される。その表示を見て事務室に行き、写真１４の複合受信機によって、発火場所を特定し、火災状況を確認し、適切な処置を取る（守衛室員の業務）。

写真１７（左）　シリンダーキャビネット

建物内で、爆発性のガス、有毒ガス、その他のガスの使用に際し、ガス漏れや転倒防止のために、シリンダーキャビネットにガスボンベをセットし、安全をはかる。

写真１８（右上）　廊下に置かれるガスボンベの整理・整頓と管理

ガスボンベを廊下に置く場合、歩行の障害にならないようにする。さらに、転倒防止のためのチェーンなどによってボンベを囲う。

以上、主要な建築防災設備の概要と使用方法について述べた。これらの設備は、消防法により設置位置・個数が義務づけられている。各設備の設置場所を写真の呈示順に従い再度、紹介する。

消火器は、各建物の各階の廊下・部屋に置かれている。主として、ＡＢＣ粉末タイプで、特殊なものとして化学用の炭酸ガス・ハロン消火器がある。屋内消火栓・火災報知器（非常ベル・発信機ランプ付）も、各建物にある。避難器具としての緩降機は、Ｂ棟とＣ棟に各２個ずつ設置されている。ここでは紹介しなかったが、避難はしごも準備されている。誘導灯は、各建物内の廊下の天井に取り付けられている。自動火災報知センサーとしての感知線がすべての室内に張り巡らされており、廊下には煙感知器がある。防火戸、防火シャッターや消防隊専用消火栓（連結送水管）も設置が義務づけられている。屋外の消火栓や火災報知器も適切な位置に必要個数が設置されている。監視設備は、事務室と守衛室に、また、非常用放送設備が事務室に置かれている。

屋外の諸設備が消防隊による消火に使われるため、消防車の進入や消防活動に支障をきたさないようにするために、また、被害者を搬送するための救急車の進入もあるために、不法な駐車や駐輪は是非、避けなければならない。

ハードな設備が充実しているだけでは、突発的な災害に対して十分に対応できない。繰り返しになるが、日頃から防災に対する知識および意識の高さと、その設備を使いこなせるソフト面の教育と訓練が是非とも必要である。消防署の専門家などにも指導を仰ぐ必要がある。

Ⅱ　各学科における安全対策

１　機械工学科

１．１　はじめに

本学科で行っている研究・教育では、工作機械、電気機器、X線装置、レーザー装置、高温装置等、多くの種類の装置を単独または組み合わせて使用するので、実験装置・安全対策に関して幅広い知識が必要となる。個々の装置に関する注意点は後述するが、知識は十分に持っていても、ついうっかりとか、横着な行動が原因で起る事故が考えられる。電源スイッチの不確実な操作による事故、機械に巻き込まれる事故、更には不明瞭な発声、あい昧な返事、わるふざけなどが原因となった事故の例を見ると、個人が危険に対する認識をしっかり持つことがまず望まれる。以下の安全対策・注意事項を熟読し、守ることが大切である。

１）危険に対する想像力の発揮

確率は低くてもあらかじめ起こり得る危険を想定して、十分に予防策を講じておくこと。危険を予想して対処できる心構えがあれば、危険を未然に防ぐことができる。

２）自分の安全は自分で守る。

機器の安全な使い方については、各自が積極的に理解するように努めること。他人を頼りにせず、自分自身で責任を持って機械を運転するように心がける必要がある。

３）注意力の集中

機械などの使用中はその使用に集中すること。雑談や、ラジオなどを聞きながらの作業は、注意力を損なうばかりでなく、周囲の迷惑にもなる。不用意に装置から離れたりすることも事故のもとになる。感覚を鋭くして、異常の察知に努めること。

１．２　工作に関する注意事項

（１）危険の種類と性質

（１．１）機械そのものの運動からくる危険

高速で直線または回転運動する材料や工具に身体を当てることによって機械的危害が生じ身体を損傷する。場合によっては死亡につながることもある。しかし、これは近寄らなければ安全である。高速回転している物体、歯車、ベルトプーリなどに髪、袖、手袋などが巻き込まれても同様な災害が生じる。

（１．２）物体の破壊・飛散からくる危険

砥石、工具、焼き入れした鋼の試験片やセラミックスの試験片などは脆い材料なので、ゆっくり力を加えたときでも、破壊するときは蓄えられた弾性エネルギーによって飛散し、恐ろしい機械的災害を生じる。破壊でなくても、高速回転物の通過空間にうっかり加工物を置き忘れてスイッチを入れると、それが飛ばされて同じ危険が生じる。

（１．３）重量物の落下、倒れからくる危険

大丈夫と思っていても、地震がきたり誤って重量物にぶつかったりすれば、それが落ちてきたりする。これも機械的災害である。

（２）作業服および保護具

・作業服は体にあった軽快なものを用いる。袖口を閉め、上衣のすそは締めておく。大きなポケットの無いものがよい。

・作業服の綻びは引っかけたり、機械に巻き込まれたりするので繕っておくこと。

・機械や動力伝達装置の付近で作業するときは、髪の毛が巻き込まれないように、特に注意すること。頭部の傷害が起こり得る環境では安全帽を着用すること。

・素足に下駄、サンダル、草履、スリッパなどを使用しないこと。滑りやすい履物を避けること。足のけがは割合多いので、ＪＩＳ規格の安全靴をはくことが望ましい。

・ネクタイ、手ぬぐいなどを首に巻かないこと。手ぬぐいを腰にぶら下げないこと。工作機械を扱う場では白衣は着用しないこと。いずれも機械に巻き込まれる危険性がある。

・回転部分、高速往復部分をもつ機械を操作するときには、手袋を使用してはいけない。機械あるいは加工物に巻き込まれる危険がある。

・作業服は清潔にしておくこと。特に油や引火性溶剤の染み込んだ作業服は火がつきやすく皮膚がかぶれる恐れもある。

・引火しやすいもの、尖ったものなどをポケットにいれないこと。

・危険が予想されるときは、それぞれの作業にあった保護具を使用すること。

・防塵眼鏡、防塵マスク、保護面：グラインダやばり取り作業の場合に、飛散する切り屑や粉塵、また有害薬液の飛沫が目に入ることを防止する。

・遮光眼鏡、遮光面、皮製手袋、皮製前掛け：溶接作業のように有害光線の遮光を目的とする。

（３）整理整頓と災害防止

作業室の整理整頓は物品管理、作業能率のほか、災害防止にも役立つ。安全な通路は常に確保しておかなければならない。

・すべての物の正しい置き場所を定める。

・使用者全員が協力して、常に最良の状態を保つように管理する。

・機械・器具・工具の置き場所と通路とを区画する。

・作業者が多すぎて、作業の安全や能率を阻害してはならない。

・器具を積みすぎたり、不安定・不注意な置き方をしてはならない。

・作業のための活動範囲にある床上、宙吊りの障害物は取り除くこと。

・加工材料、工具などは足元に置かずに台上に置くこと。

（４）作業場所の選定、障壁の設置、立入禁止

　ハンマの使用中、頭が柄から抜けて飛ぶといったような事故や、削り屑や加工物が飛ぶことが予想される場合には、災害防止のため、作業場所を選択し、衝立などの障壁を設けて安全を確保する必要がある。また、立入禁止などの表示が必要な場合もある。滑り防止のために床を油で濡らさないことも重要である。作業前後に削り屑などを掃除して整えることによって危険箇所が見つけられる。

（５）手作業上の注意事項

・使用前に欠陥がないかよく点検すること。摩耗、変形、切れ味にも注目すること。
・本来の用途以外に使用しないこと。
・手工具の油はよく拭き取って、滑らないようにすること。
・その工具に対する正しい方法で使用すること。また、基準となっている作業順序と動作で使用すること。
・ドライバ、スパナ、パイプレンチなどはネジ、ナット、パイプの大きさに応じて適当な力が出せるような形状、寸法となっている。補助具を使うなどして過大な力を与えると、ねじ切れたりするので注意すること。
・レバーなども同様に普通の力で締めれば十分な力がでるように設計されている。過大な力を入れると、レバーや機器が壊れたり、手が滑ったりして、のめってけがをすることもある。
・工具、加工物の取付けは、その状態を十分確認する必要がある。特に剛性が小さく変形し易い、また掴みにくい加工物の場合には注意がいる。適当な取付具を工夫する必要がある。
・フランジなどのように多くのネジで取り付けられているときは、増し締めによって次々に締めこんでいく。緩める場合も加工物を落とさないように注意がいる。
・機械上の決められた場所以外のところに工具、測定具を置かない。
・不自然な姿勢で作業すると、よろめき易く疲れ易い。
・工具は、使用後必ず所定の場所に戻す。
・工具箱や工具棚は良く整理して、工具の種類と数が分かるようにしておくこと。使用後、点検し悪くなった工具や切れなくなった工具は手当をしておく。

（６）機械による危険防止に対する一般基準

　（労働安全衛生規則、第２編、安全基準から）

・原動機、回転軸、歯車、プーリベルトなどの作業者に危険を及ぼす恐れのある部分には、覆い、囲い、スリーブ、踏切橋を設けなければならない。
・回転軸に回転体を取り付ける止め具は埋頭形の物を使用するか、覆いを設けること。
・ベルトの継ぎ目には突出した止め具を使用しない。

・機械ごとにスイッチ、クラッチ等の動力遮断装置を設ける。
・機械の運転開始に当たって、作業者に危険を及ぼす恐れのあるときは合図を行う。
・加工物が切断、欠損して飛来したり、あるいは切削屑が飛来したりして作業者に危険を及ぼす恐れのあるときは、覆いまたは囲いを設けること。あるいは、作業者に保護具を使用させてもよい。
・機械の掃除、給油、検査または修理の作業を行う場合、作業者に危険を及ぼす恐れのあるときは機械を停止して行うこと。運転中に行うときは安全な対策を講じること。機械を停止したときは、他人が運転することを防止するため起動装置に施錠するか表示板を取り付ける。
・動力により駆動される機械に、作業者の頭髪または被服が巻き込まれる恐れのあるときは、作業者は適当な作業帽または作業服を着用しなければならない。
・ボール盤、グラインダなど回転する刃物に作業者の手が巻き込まれる恐れのあるときは、手袋を使用してはならない。

（７）工作機械使用時の注意事項

（７．１）機械運転・作業実施の安全対策

（作業前の安全対策）

・使用機械について、その機械の特徴・加工原理・作業法・取扱いに関する知識をもつこと。
・静止している機械でも、勝手にハンドル、レバー、ボタンなどに触らないこと。電源を入れたときに、思わぬところが急に動くことがある。
・初めて使うときは指導者の実地指導を受けること。気軽に扱ってはならない。
・作業前には必ず機械の状態を点検すること。スイッチを入れる前に、ハンドル、ボタン、レバー位置などの操作部を調べた後、空転させてみて、駆動、回転、音などに異常の無いことを確認する。
・機械の運動部分とその範囲を確認すること。どこが回転するか、往復するラムやスライドが動く範囲と張り出し量を調べる。回転面内は危険であることを認識しておく。
・安全のために取り付けてある装置や器具を勝手に外してはならない。
・刃物・加工物は確実に取り付ける。その際、機械本体の電源あるいは実験室の電源スイッチは切っておく。寸法の小さい加工物、掴みにくい加工物は特に注意して取り付けること。刃物・加工物が回転する場合には、偏心にも注意すること。
・機械には、作業中ゆるめておくべき部分と締め付けておくべき部分がある。その状態を確認する。なお、確認後はスパナ、レバー、ハンドルなどの締め付け工具をはずしておくこと。これらの工具が残されたまま機械が起動すると、工具が飛散し非常に危険である。
・「作業服および保護具」の項を守っているか確かめること。
・部屋の中で、自分一人で作業することは避けた方がよい。

・体調の悪いときは使用を避けること。

（作業中の注意事項）

・一台の機械は、一度に一人だけで操作するのが原則である。複数で行うときは、必ず合図をし、確認すること。

・作業中はその作業に注意力を集中させること。

・作業中は機械から離れないこと。やむを得ず離れるときは、工具と加工物とを離してスイッチを切りレバーを中立にする。

・操作は確実に行う。

・操作中、異常を発見したときは直ちに運転を止め、指導者あるいは熟練者に連絡して措置する。

・びびり出したら（振動、奇音、びびりマークの発生）、作業を中止して原因を調べる。切削条件を安定側の条件（たとえば、切削速度、切り込み量の低下、刃物・加工物の取り付け条件の改善など）に変更する。

・回転している物には、絶対手を触れぬこと。回転物に対しては手袋の使用は厳禁である。

・不自然な姿勢で操作してはいけない。よろめくと危険である。また、機械にもたれ掛からない。

・切削箇所を、加工中にのぞき込むことは危険である。

・切削中、加工物や切り屑は高温になるのでやけどと切り傷に注意する。切り屑などが機械・刃物・加工物に絡んだら、機械を止めて取り除く。

・加工物の寸法測定は機械を止めて行う。

・停電したときは、まずスイッチを切り、次に、ベルト・クラッチ・送り装置を中立の位置に移す。切り込んでいる刃物は離す。

・機械を止めるとき、惰力で回転している物を無理に止めない。特に、手足、工具、棒で止めることは危険である。

・切削中、刃物を切り込んだまま機械を止めず、必ず引き離してから停止させる。

・機械上の定められた場所以外のところに工具や測定具を置いてはならない。

（作業の終了・作業後の清掃）

・作業終了後は電源の元スイッチも切ること。誰かが誤って起動ボタンを押したときの安全対策である。

・使用した工具その他の物は、必ず片づけて所定の場所に戻して置くこと。

（７．２）旋盤作業時の注意事項

・チャックに加工物を取り付けるときは本体の電源は切っておく。クラッチを切っておくだけでは身体が触れたり、物が当たったりした際に、スイッチオンとなり回転する恐れがある。

・加工物を着脱したら、速やかにチャックハンドルは取り外しておくこと。
・長い加工物を切削するときは振れ止めを用いる。
・心押し台を使用しないときはベッドの端に置く。
・バイトは、作業に支障の無い限りできるだけ短く取り付ける。バイトの取り替えは、作業中行ってはならない。
・作業中にのぞきこまない。必要なとき以外はできるだけ作業点から身体を遠ざけておく。
・切り屑や切削油を飛散させないこと。飛散が激しいときは、防護カバーあるいは衝立を使用する。
・筆などで切削油を注油してもあまり効果はないが、やむを得ず行うときは巻き込まれないように注意すること。
・荒削り面に手を触れないこと。手袋は使用してはいけない。
・ペーパーなどをかけるときは、身構えて十分注意し巻き込まれないようにすること。

（７．３）フライス盤作業時の注意事項
・工具を取り替えるときは本体の電源を切っておく。旋盤で述べたと同様に、何かの弾みでスイッチが入り突然回転する恐れがある。
・機械のテーブルの上に工具、材料、加工物、布片などをのせないこと。
・切り屑が飛散する材料の場合には、カッタ部分を囲うか保護眼鏡をかけること。
・カッタに袖口を巻き込まれないようにすること。カッタの注油は上から行うこと。切削中は切り屑に手を触れない。
・切り屑は手に刺さり易いので、注意する。卦がき線を見ようとして、切り屑を指先で払ってはいけない。必ずブラシを使うこと。
・テーブルの早送りには特に注意すること。早送りを止めてもテーブルは動いている。
・寸法などの測定は必ず回転を止めてから行う。

（７．４）ボール盤作業時の注意事項
・ドリルをしっかりとチャックに取り付ける。
・ドリル先端が振れ回りをしている状態で作業をしてはならない。ドリルをつけ直すか、取り替える。
・良く切れるドリルを使用する。良く切れないと、押し付け力が大きくなってドリルが折れる。
・小物を手に持って穴あけすることはしない。振れ回されて危険である。バイスで加工物を掴み、バイスを固定する。
・同様に、薄板を手に持って穴あけすることはしない。振れ回されて危険である。バイスで加工物を掴み、バイスを固定する。
・加工物が振り回されるのは、穴あけ終了時と、ドリルを抜く直前に多い。薄板に穴をあ

けるときには木片を下に敷いてともに穴あけすると良い。
・ドリル回転中に切り屑を手で払わない。
・手袋は巻き込まれる危険性が大きいので、使用してはならない。また、頭髪や衣服などが巻き込まれないように注意する。
・適当なドリル形状、回転数、送り速度などは作業条件推奨表などを参照して選定する。

（７．５）形削り盤作業時の注意事項
・機械の上に工具、材料、加工物などを置かない。
・ラムの運動する範囲内に衝突する物のないことを確認する。
・ストロークの長さ、バイトの調整は機械を止めて行う。
・バイトはできるだけ短く取り付け、ラムの運動方向に立たないこと。
・加工物は確実に取り付け、運転中切削面に手を出さない。

（７．６）研削作業時（ベンチグラインダ、ポータブルグラインダ、研削盤、工具研磨盤等）の注意事項

研削作業でもっとも危険なものは、次の通りであり注意を怠ると大きな災害を起こすことになりかねない。作業に当たっては、必ず指導者の指導を受けること。
・砥石車の破壊とその破片の飛散（遠心力による破壊、異物の衝突などによる破壊）
・加工物の飛散（取付の不具合）
・切り屑の飛散（保護眼鏡の使用）

（ベンチグラインダ）
・砥石車が破壊したときは、その破片は遠心力で飛散するから、作業者は砥石車の回転面内に位置しないように心がける。
・砥石車と保護カバーとの間に加工物を落とし込んだために起こる砥石車の破壊を避けるため、落ち込まないようにワークレストの位置を調節して、常に砥石外周との隙間を３mm以下としておくこと。
・作業開始前に１分間以上空転してみて、砥石車の安全と機械の異常を確かめること。このとき作業者は砥石回転面内から離れて位置する。
・加工物は手でしっかりもつこと。小片や手に油がついていると、加工物が飛び易いので、注意する。もちにくい物はホルダに固定してもつ。ペンチなどで挟んで研磨するとかえって危険である。
・加工物を砥石車に衝突させぬこと。平型砥石車では、側面の使用は禁止されている。
・加工物は加熱されて温度が上昇してくる。熱さで手を離さない対策も必要である。ただし、手袋の使用は厳禁である。
・鉄鋼を研削するときに発生する火花は温度上昇した切り屑である。火傷をしないように

注意する。付近に燃え易い物（ウェスなど）を置かない。引火の恐れがある。
・研削熱で高温となるときは、こまめに冷却すること。
・切り屑や飛散した砥粒が目に入るのを防ぐため、保護眼鏡を使用する。
・惰力で回転中の砥石車を手で止めようとしない。

（ポータブルグラインダ）

上記の事項以外に、以下の点に注意する。
・規定された直径以上の砥石車を使用してはならない。
・惰力で回転中のグラインダを床上に置いてはならない。また、床上に置いたとき、勝手に起動しないような構造の物を選ぶ。
・グラインダの電気コードは感電しないように被覆の完全な物を使う。また、このコードにつまずかぬように注意する。
・砥石車の軸方向の使用は避ける。破壊しやすい。
・法規によって、保護カバーの形状、寸法、材質が定められている。これを取り外したり、変更したりしてはならない。
・ハンドグラインダは手を離すと跳ね回ってとても危険なため、グラインダを手でしっかりもち、かつ足元が安定していることを確認したうえで作業を開始する。
・加工物も飛ばないように確保しておく。
・服装の一部やウェスなどを巻き込まないように注意する。

（研削盤・工具研磨盤）

・原則として、指導者立ち会いのもとで使用する。
・研削盤、あるいはグラインダの使用に定められた形状、寸法（外径、内径、厚さ）および最高使用周速度の砥石を使用しなければならない。
・砥石車をそのラベルに表示してある最高使用周速度を越えて使用してはならない。
・砥石車の取り替えおよび試運転は、必ず資格者が行わねばならない。
・砥石車を取り替えたときは、少なくとも３分以上の試運転を行わねばならない。このとき、作業者は砥石の回転面内付近に位置しない。
・作業開始前に１分間以上空転してみて、砥石車の安全と機械の異常を確かめること。このとき作業者は砥石回転面内から離れて位置する。
・砥石車は絶えず点検し、異常摩耗・目づまりなどを発見したときはこれを修正する。切れ味の落ちたときも同様である。破壊・亀裂を発見したときは直ちに取り替える。
・側面を使用することを目的とする以外の砥石車（平型砥石）は側面を使用してはならない。破壊しやすい。
・砥石車は衝撃に対しては弱いから、取扱い、運搬、格納の際には注意して取り扱い、落としたり衝撃を与えたりしてはいけない。
・直径５０ｍｍ以上の砥石車には、安全のため必ず保護カバーを必要とする。

（７．７）鋸盤作業時の注意事項
・切断する材料は確実に万力に取り付け、取付具合を確認する。短い素材では固定が不完全になりやすいので、万力の他端に調整具を挟むなどしてしっかり固定する。
・調整・素材の取付などは機械を停止させてから行う。

（８）溶接作業における注意事項
（８．１）指導員のチェック項目
・ホルダの絶縁物破損、溶接ケーブル損傷のチェック。
・１次側、２次側ケーブルの接続露出部を絶縁テープで被覆しておく。
・感電、アーク焼け、やけどなどの危険を避けるため革製の乾いた溶接用手袋、革製の前掛けを準備しておく。
・使用電流に対応した遮光度のガラスを入れた溶接用保護面を用意しておく。
・溶接作業場付近に可燃性、引火性、爆発性のある危険物がないことを確認する。
・緊急時には１次側の電源スイッチが直ちに切れる状態であること。
・溶接部から発生する高濃度なヒューム、ガスの害を避けるため、換気を十分にしておく。
・保護具をつけていない人に対するアーク光の害を避けるため、溶接作業場の周囲は衝立で仕切る。
（被覆アーク溶接作業の場合）
　・電撃防止装置が正常かチェック。
　・湿った溶接棒は乾燥器で乾燥させる。
（炭酸ガスアーク溶接作業の場合）
　・炭酸ガスボンベのバルブを点検。
　・ボンベが倒れないように。
　・圧力調整器、流量計が正常か点検。
　・溶接作業中に１酸化炭素の発生の恐れがあるので、特に換気に心がけること。

（８．２）作業者の注意事項
・溶接機の２次側端子には高電圧がかかるので、乾いた服装を着用すること。
・木綿などの燃えにくい素材を用いた長袖シャツ、長ズボンを着用し、絶縁の完全な靴をはくこと。
・溶接作業中は、革製の乾いた溶接用手袋を使用する。
・鉄板や被溶接物などアースされた物や帰線ケーブルと直接接続された金属に腰をかけたり、触れたりしながらの作業は危険である。
・溶接アークからは可視光線以外に強力な紫外線や赤外線も出ており、これを直視すると電光性眼炎という眼障害を引き起こし、また皮膚に当たるとアーク焼けも生じるから備え付けの溶接保護面を使用する。

・溶接アーク部からは高濃度なヒューム（微粒子）が発生しており、これを多量に吸うとじん肺の起こる危険があるから、排気が十分か確かめてから作業する。
・溶接棒の取り替えは濡れた手や手袋では絶対に行わない。
・作業の中断時には溶接棒をホルダから外しておく。

１．３　電気装置の取り扱い

工作機械、実験用の機械は２２０Ｖの電源を用いるものが多い。さらに、感電による障害は、電圧の大小ではなく、人体を通過した電気量（電流と導電時間との積）に依存する。乾燥状態にある皮膚を除き、人体は良導体であり、しかも人体そのものは電流に非常に弱いことを肝に命じておかねばならない。感電対策としては以下のことに注意する。

（１）電気装置の取り扱い上の一般的注意

・電源：使用機器の電流量の合計が電源につけられたヒューズの標示電流量より大きくならないこと.
・スイッチ：電源のスイッチには標示電流値以上のヒューズを絶対に使用しないこと．各機器には個々にスイッチをつけること.
・電線（コード）：電気機器の定格電流をよく調べ、使用電流よりも大さく、またヒューズの容量よりも大きい許容電流の電線を用いること。被覆の破れたコードや老化したコードは使ってはいけない。
・配線（電気工事）：電線の電源または機器への接続は接触不良にならないように入念にすること。電線同士の接続はハンダ付けをし、絶縁テープで十分被覆すること。配線にあたっては、電線をたばねたり、足で踏んだり、引っ掛かったりすることのないよう留意する。また湿気や薬品、ガスにおかされないよう注意する。
・電気機器：規定容量以上の負荷をかけてはいけない。トランスやモーターが発熱して燃える可能性がある。また、表示電力と実際使用電力に差のある機器に気をつけること。ある種の機器（回転機を含む装置など）は停電などののち通電すると、負荷が過大にかかり発熱、火災の原因になる。

（２）感電

感電とは、人間の身体の一部を電流が流れることで、最も直接的な電気災害であり、しばしば死に至る。感電は配電線や電気機器の通電部、帯電部への接触、接近によって、人体を通して大地または線間に電流が流れることよって発生する。

（２．１）感電防止

・高電圧や大電流の帯電部、通電部に接近、接触しないように絶縁物で遮蔽し、また危険区域を指定し、安全距離以内に立ち入らない。
・電気機器のアースを完全にすること。水道管は、時として接地効果がない場合がある。ガス管は決してアースに用いてはならない。

・帯電部、通電部に直接触れる場合は、安全帽、ゴム靴、ゴム手袋などの防護具を着用すること。支障のない限り、電源を切り、接地棒などで機器が帯電、通電状態でないことを確認した上で作業をすること。
・高電圧、大電流を伴う実験は、単独で行わず、2人できれば3人以上ですること。
・電気機器はその漏洩電流を防ぐため、ゴミや油を清掃し、その周辺も清潔に保つこと。
・感電により転倒しても安全なように、平常から実験室を整頓しておくこと。

（２．２）感電事故の発生時
・迅速に電源を切る。電源を遮断できないときは、乾燥した木、またはゴム手袋などを用いて、感電者の身体を引き離す。
・感電者を現場近くの快適な場所に移し、着衣をゆるめて身体全体を楽にさせる。
やけど、外傷のあるなしにかかわらず早急に医師に連絡してその手当を受ける。

１．４　化学薬品の取り扱い

（１）一般的注意

化学薬品を取り扱う際には、法的な規制とその特性について、化学物質安全データシート（ＭＳＤＳ）等を活用し、予めよく知識を得ておかねばならない。特定化学物質等障害予防規則、有機溶剤中毒予防規則、消防法に規定される危険物、ＰＲＴＲ法（特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律）、毒物及び劇物取締法、悪臭防止法、麻薬及び向精神薬取締法、化学兵器禁止法（化学兵器の禁止及び特定物質の規制等に関する法律）等の法規で指定されている化学薬品は、毒性（急性毒性及び発ガン性を含む慢性毒性）、可燃性、爆発性、悪臭等がある。よって、実験計画のときから、必要性、代替品はないかについて、十分に検討しなければならない。

危険性の高い薬品を取り扱う場合は、飛散、漏れなど、ないよう十分に注意しなければならない。実験着及び実験靴は、実験の状況に応じて選び、薬品を使用する実験室内では、飲食は厳に慎まなければならない。さらに、揮発性の溶剤を使用している実験室では、直火の暖房器具を使用すると引火の恐れがあり、大変危険である。

化学薬品を使用する実験室内は、整理整頓に努めなければならない。薬品容器及び廃液容器の蓋や栓は必ず閉め、所定の場所に保管し、紛失等のないよう注意しなければならない。実験台の上などに薬品を放置しない。特に、床に薬品を放置してはならない。容器は、こぼれたり、漏れたり、浸みだしたり、発散するおそれのない蓋又は栓をした堅牢なものを用いること。器具類は、その材質からガラス製器具、プラスチック製器具、金属製器具に分類される。これらの器具類は性質が異なるために、接触する薬品類、使用温度、また働く力に対してそれぞれ使用範囲がある。したがって、使用する材料の性質をよく理解して、実験器具を選択することが安全面からとくに重要である。また、これから行う実験の性質や操作をよく理解して、最適な実験器具を選択し、使用することが事故の防止につな

がることはいうまでもない。さらに、器具の形状により使用範囲も異なる場合があるので注意を要する。

地震などの際、薬品容器が、落下、転倒、衝突等によって破損しないよう、適切な安全対策を講じておかねばならない。もし、万が一、容器が破損しても、薬品の流出、混合による火災、爆発等が発生しないように保管すること。

化学薬品あるいは廃溶液は、所定の様式に従い廃棄する。一般の廃棄物とともに捨ててはならない。薬品が封入されているガラスアンプル、容器の蓋が固くて容易に開かない古い試薬瓶の扱いには特に注意する。

（２）特定化学物質、有機溶剤を取り扱う際の注意点

有機溶剤（特に第１種、第２種）及び特定化学物質（特に第１類、第２類、特別管理物質）は、有機溶剤中毒予防規則及び特定化学物質等障害予防規則で規制されている。

有機溶剤（第１種及び第２種）、特定化学物質（第１類及び第２類）を使用するときは、局所排気装置（ドラフトチャンバ等）を使用しなければならない。ドラフトチャンバの排気能力は、使用する化学薬品により規定されており、所定の期間毎に定期的に点検しなければならない。実験室は、作業環境測定を行い適切な措置をとるとともに、その記録は、特別管理物質の場合は３０年間、その他は３年間保存しなければならない。特定化学物質（第１類、第２類）を取り扱う実験室には、関係者以外の立ち入り禁止、喫煙・飲食を禁止する旨を見やすい場所に掲示することが望ましい。特に、特別管理物質（ベンゼン等）を取り扱う場合は、身体に直接接触しないように保護具を装着し、作業は局所排気装置内で行い、作業記録を３０年間保存しなければならない。

保護眼鏡、保護手袋、呼吸用保護具（マスク）、保護衣等を常備し、必要に応じてこれを使用しなければならない。保護具を使用したあとの消毒清浄にも十分注意しなければならない。保護具の使用について実験者が熟知し、必要に応じて適切に使用できるように、あらかじめ教育・訓練をしておく。研究や実験室の作業では、視力障害や失明を起こすおそれがある。コンタクトレンズの使用は実験室内では避けるべきであり、眼の保護には適当な保護眼鏡を着用する。化学薬品が眼にはいった場合にコンタクトレンズの取出しが困難となって眼を損傷したり、また薬品がコンタントレンズの内側にはいり込んで除去が困難になったりするためである。爆発性がある薬品を用いる場合は、顔面シールド付き防爆マスクを使用する。

有機溶剤中毒予防規則及び特定化学物質等障害予防規則では、作業者の健康を守る観点から、健康診断についても詳細な検査項目と記録の保存が定められている。有機溶剤第１種、第２種は、第３種に比べて、有害性が高く、特定化学物質は、ガン、皮膚炎、神経障害などの健康障害の予防のために指定されている。特定化学物質第１類は特に有害な物質であり、労働安全衛生法第５６条で製造の許可が必要と定められている。第２類は慢性障害を引き起こし、第３類は大量漏洩による急性中毒を起こす。

（３）毒物及び劇物を取り扱う際の注意点

毒物及び劇物取締法で定められている化学薬品は、犯罪に利用されるおそれがあり、使用法のみならず、保管にも十分に注意しなければならない。毒物及び劇物は他の薬品と区分し、薬品棚等は必ず施錠して保管しなければならない。また、薬品棚等には、「医薬用外毒物」、「医薬用外劇物」の表示を行う。さらに、毒物及び劇物の使用においては、使用量及び保有量等を記入しなければならない。

（４）発火性、引火性、爆発性のある薬品を取り扱う際の注意点

消防法で定められている発火性、引火性、爆発性のある危険物は、変質又は異物の混入等による危険性の増大を防ぐように適切に管理保管しなければならない。冷蔵保管する場合は、防爆型冷蔵庫を用いなければならない。また、指定数量以上の危険物は、法定の危険物屋内貯蔵所等に貯蔵しなければならない。危険物の保管量が指定数量の５分の１以上に達した場合には、法的な届け出が必要であり、実験室では、この量以上を保管してはならない。

危険物等を取り扱う際、特に爆発性の薬品を取り扱う場合は、必要に応じて保護眼鏡、防護板等の保護具を使用して安全を確保しなければならない。火気、火花、高熱、静電気、衝撃、摩擦等の発火、引火、起爆源を厳重に管理し、安全の確保に努めなければならない。危険物の蒸気が拡散することも考えられるため、離れた場所についても留意する。消火用設備を常備するとともに、使用時には換気に留意する。

（５）排出ガスに関する注意点

有機溶剤や特定化学物質等の有害物質、悪臭物質等を使用する場合、排出されるガスは、除害しなければならない。ドラフトチャンバ等には、排ガス処理装置（スクラバー等）が備わっているが、使用する化学薬品の種類により適切な処理、装置を用いなければならない。局所排気装置及び排ガス処理装置を設置・移設するとき、所轄労働基準監督署、市町村長、都道府県知事等への事前の届け出が必要であり、注意しなければならない。

（６）廃液に関する注意点

研究廃液を処分する場合は、大学の研究廃液の分別方法に従わなければならない。薬品を含む廃液は、流しから排出してはならない。実験で使用したビーカーや試薬瓶等を洗浄するときは、少なくとも二次洗浄まで行い、洗浄液は廃液タンクに入れて保管しておかねばならない。固形物を含む廃液は、ろ紙等でろ過し、固形物は所定の手順に従い廃棄しなければならない。廃液タンクの蓋は、使用時以外は常時閉めておかねばならない。溶剤は気化して危険である。廃液はタンクの七分目以上入れないようにすることが望ましい。

１．５　X線装置の取り扱い

X線は人体に傷害を与える。ドイツの物理学者レントゲンによってX線が発見され、その大きな物質透過性が関心を呼びいろいろな実験に用いられたが、当初は人体への影響についての知識がなかったため悲惨な結果を招いた。現在、X線が人体に及ぼす影響については詳しく研究されており、X線実験装置には使用者がX線を被曝することがないよう最大限の工夫がなされているが、X線の人体への影響を知り、万一にもX線を被ばくすることがないように注意しなければならない。

（１）X線の人体への影響

人体がX線により損傷を受けた場合、それを修復して元に戻ろうとする回復現象が働く。X線照射を受けて減少した白血球数などは日時の経過とともに順次回復してくる。ところが、X線の生体への影響の中にはこのような回復がまったく考えられないものがある。遺伝子の突然変異の発生や白血病の発生などがそれに相当し、この場合は個々の照射線量が蓄積され、作用は被爆線量に比例することになる。このようにX線による損傷は、短期と長期の両面あることを留意すべきである。

（２）回折実験におけるX線の防御

X線回折装置は、取扱いを誤ると非常に危険な装置であり、実験者に重大な傷害を及ぼす。特に入射X線は取出し方向は一定であるが高度に集光されているので、非常に危険であり、また、装置各部分、試料周辺および空気からの散乱X線は任意の方向に放射されるので、入射X線同様防御に十分の注意を払わなければならない。

市販の回折装置を用いて実験を行う場合、よほどの操作ミスをおかさない限りX線の被曝は完全に予防することができる。しかし、各種のX線カメラを用いた実験を行う場合、以下の点で十分な注意を払わねばならない。

・X線の取出し部分、光学系からの漏えいX線がないこと。
・ビームストッパーで入射線を完全に止めること。
・回折X線、散乱X線を止めるための工夫をすること。

などである。また、エックス線防護衝立等の器物は、指導者の指示なしに動かすべきでない。ただし、X線を照射しながら光学系軸合せを行うような場合には、指導者の指示を受けて、移動式防X線衝立などで実験者を守る必要がある。

（３）　X線作業の管理

・X線カメラ以外のディフラクトメーター等、X線装置の利用に際しても、必ず指導者の指示に従うこと。また、周囲の人が被曝しないように注意する。
・X線を利用するものは大学あるいは放射線協会が実施する教育訓練を受けなければならない。受講したもののみに、ガラスバッチが配布される。ガラスバッチを着用しなければ、

Ｘ線実験を行うことはできない。必ずガラスバッチを着用して被曝線量を定期的に測定するとともに、特殊健康診断も定期的に受診する。
・事故や装置の異常が発生した場合は、Ｘ線の発生を直ちに停止し指示を求める。

１．６　高圧装置の取り扱い

高圧装置が破裂事故を起こすと。高速で飛散する破片、急激に放出されるガスの衝撃波によって人および装置、設備に大きな損傷を与え、また、使用ガス、周辺に存在する薬品などによる爆発、火災などの大きな二次災害をも伴う場合が多い。

（１）一般的注意

・実験の目的、条件を明確に把握し、それに合った装置、機器類、構成材料を選択する。
・安全機器類を必ず装着し、安全設備を設ける。特に危険が予想されるきは、遠隔測定用、操作用のものを使用する。また、安全機器類の定期検査を怠ってはならない。
・高圧装置は常用圧力以上の圧力でガスの漏塊のないことを確認するのももちろんのことであるが、もし漏れても滞留しないように室内の換気に注意する。
・高圧実験は危険度が高いので、各種装置、機器類の構造、取扱法を熟知した上で慎重に行わねばならない。不審の点があれば、指導者の指示を受ける。初めて取り扱う場合は、指導者の指示を受けること。
・地震や物体の衝突などによる転倒防止対策を行っておくこと。
・衝撃や熱を加えない。
・運搬時には容器のバルブキャップを装着すること。
・圧力調整器のバルブが閉じていることを確認してから、元栓の開閉を行うこと。
・コンプレッサ使用後は、必ずリリースバルブをゆるめて圧力を下げておくこと。

（２）オートクレーブ

実験室の高圧実験で最も広く用いられているのは、オートクレーブである。これには、本体の高圧容器のほかに、圧力計、高圧弁、安全弁、電熱、かくはん機などが付属されて一体となっているものが多い。一般的注意事項は以下の通りである。

・オートクレーブを操作するときは、指定の場所で取扱いの指示に従う。
・本体に刻示されている耐圧試験圧力、常用圧力、最高使用温度を確認し、その範囲内で使用する。
・安全弁その他の安全装置は定期的に点検された所定のものを用いる。
・温度計の位置が適切であるように注意する。
・容器の内部およびパッキン部は清浄に保つ。

フランジ式のふたを閉めるときは、ボルトは対角線上にあるものを一対とし、順次に数回に分けて一様に締めるようにする。

１．７　高温・低温装置の取り扱い

実験に高温および低温装置が用いられる機会も多い。これらの取扱いを誤れば、やけど、凍傷などのほか、火災、爆発などの危険も伴うので、十分な注意を要する。

（1）高温装置

（１．１）一般的注意

・高温に対する人体の保護に留意する。
・高温装置の取扱法を熟知し、入念な注意のもとで操作する。
・高温装置を用いる実験は、防火建築内または防火設備を備えた室内で行う。また、室内の換気を良好にする。
・高温実験に水は禁物である。高温物体に水が混入すると、水は急激に気化し、いわゆる水蒸気爆発を起こす。高温物体が水中に落下したときにも同じように、爆発的に多量の水蒸気が発生し、周囲に飛散する。

（１．２）人体の保護

・高温装置を取り扱うときは、常に衣服に火が燃え移る危険を想定し、簡単に脱ぎ捨てることのできる服装を選ぶ。
・手袋は乾いたものを使用する。手袋が水に濡れていると熱伝導性が大きく、また手袋中の水分が水蒸気を発生して手にやけどを負う危険がある。湿気を吸いにくい材質の手袋がよい。
・白熱体、炎などを長い間凝視する必要のある場合には保護メガネを着用する。
・溶融金属、溶融塩など高温流体を取り扱う場合には、靴などにも留意する。

（１．３）電気炉の取扱い上の注意

・電線、配電盤、スイッチなど電気設備に対する安全対策を十分に考慮する。
・ある種の耐火材料は高温で導電性となることがあるので、このような場合、金属棒などを持って炉材に触れて感電しないように留意する。

（2）低温装置

低温実験では、低温を得る手段として冷凍機を用いる場合と適当な寒剤を用いる場合があるが、実験室では後者のほうが簡便なためよく用いられる。氷と食塩や塩化カルシウムを混ぜる寒剤は大体-20℃位で大きな危険はないが-70～-80℃のドライアイス寒剤、また-180～-200℃の低温液化ガスを用いる場合は相当の危険性をともなうので、注意して取り扱わねばならない。

（２．１）一般的注意

・液化ガスおよびそれを使用する装置の取扱いには熟練が必要であり、2 人以上で実験する。初心者は必ず経験者の指導のもとでいっしょに行う。

・液化ガスが直接に皮膚、眼、手足などに触れないように、必ず保護服、保護マスク、保護メガネ、皮製手袋などを着用する。軍手など液体を吸い易いものは使用してはいけない。
・液化ガスを取り扱う実験室は、換気を良くし、実験付属品は固定しておく。
・液体ガスを密閉容器に入れてはならない。必ず気化ガスの逃げ口をつくる。
・寒剤容器、特にガラス製魔法瓶は新しいものほど割れやすいので注意する。顔を容器の真上に近づけないこと。
・液化ガスが皮膚に着いたら、すぐに水で洗い落とす。また、衣服にしみこんだときは凍傷になり易いので直ちに衣服を脱ぐ。
・金属は低温になると脆くなるので、低温部に用いる材料は十分吟味しなければならない。鋼は低温にふれるところに用いると危険である。銅、アルミニウム、ステンレス鋼やテフロン、ナイロンなどの非金属は使用できる。

（２．２）液体窒素

液体窒素は不活性、無害性であるので比較的安全な寒剤であるが、凍傷や蒸気爆発の危険性は他の液化ガスと同様である。液体窒素の取扱い上の注意事項を次に述べる。
・液体窒素を屋内で使用するときは換気に注意する。窒素には毒性はないが、気化した窒素の濃度が高くなると、酸欠による窒息のおそれがある。
・液体窒素をエレベーターで運搬する際には、窒息の恐れがあるためエレベーターに同乗してはならない。
・液体窒素の取扱いには専用の皮手袋を用いる。液体窒素や低温になった金属部分などに直接手や皮膚を触れてはいけない。
・液体窒素を取り扱う機器や配管にはじめて液体窒素を入れるときは、徐々に注入しながら予冷する。
・断熱されていない部分は霜つきを起こすので、その度合により状況を判断する。

１．８　<u>レーザー装置の取り扱い</u>

レーザー装置を取り扱う際に心得ておくべき注意点を述べる。

（１）感電の防止

レーザー装置はそのレーザーの出力強度にかかわらず、高電圧で動作する。したがって、レーザーシステムを取り扱う際には次のようなことを注意する必要がある。
・初心者はまずレーザーシステムの回路について十分学習し、システムが動作中はどの部分、どの端子が高電圧になるのかを適確に知って、この高電圧部分に触れないようにする。
・レーザーシステムが動作中は、回路の裸線に触れてはいけない。
・修理はシステムの電源を切ってから行なう。さらにシステムが容量性回路網で構成されている場合は、修理の前に十分に絶縁された短絡器を使って、装置に充電されている電荷をすべて放電させる。

・レーザーシステムは確実に接地しておく。
・レーザー装置を起動するに先だって、すべての安全装置が正しい状態にあることを確認する。
・装置を使用している者は、それを他人にまかせたり、また、装置の電源を切らないで、部屋を出てはならない。

（２）レーザーの危険度

人の体をレーザー放射に被曝させることは、どんな種類のレーザービームであれ、危険なことである。通常は mW 以下の放射しかしないガリウムーヒ素ダイオードからの放射でさえも、被曝してはならない。放射線保健局(BRH, Bureau of Radiological Health)およびアメリカレーザー学会(LIA, Laser Institute of America)は, あらゆる種類のレーザー素子に対して取り決めをした。これを以下に示す。

（２．１）クラスⅠ‐ 免除されるレーザーシステム

クラスⅠのレーザーは、弱い体の部位に対しても危険がないと考えられるものを指す。このようなレーザーの例としては、波長が 8200 から 9050Åのガリウムーヒ素（GaAs）レーザーがある。

（２．２）クラスⅡ‐ 低出力レーザー

クラスⅡのレーザーは、出力 1mW 以下のものである。これらのレーザーは、放射を長時間直接、または反射などによって間接的に目で見た場合、網膜を負傷させる可能性がある。システムにはパイロットランプとシャッターを設けなければならない。シャッターは、システムが定常的に動作している場合に用いる。このシステムには「注意（Caution）」のラベルを貼付しなければならない。

（２．３）クラスⅢレーザー

クラスⅢのレーザーは、さらにⅢa とⅢb に分類される。4mW 以上を放射しない He－Ne レーザーはクラスⅢa に属す。これは直接光を双眼鏡等で集光して目に入れた場合、障害のおそれがある。「注意」のラベルを貼付しなければならない。クラスⅢb のレーザーは、放射電力が 4 から 50mW の間のものを指す。直接光又は鏡面反射光を目に入れた場合、障害につながる。このⅢb システムには、パイロットランプ、シャッターを設けると同時に、装置に「危険（Danger）」のラベルを貼付しなければならない。

（２．４）クラスⅣレーザー

このクラスのレーザーは、50W までの放射出力を持つものを指す。たとえば、CO_2, Nd‐ YAG、Nd‐ ガラスなどが該当する。直接光はもとより、拡散反射光でも目に重大な損傷をもたらし、ある時間以上被曝すると、目以外の部位に対しても非常に危険である。また、火災を起こす危険性もある。システム全体に「危険」のラベルを貼付しなけ

ればならない。

　レーザー装置には、危険度に応じて警告ラベル、説明ラベル、開口ラベル等を貼り付けねばならない。警告ラベルおよび説明ラベルの例を図 1 に示す。また、表 1 に説明ラベルの記載事項をクラス別に列挙する。メーカーから新品のレーザーを購入する場合には、通常これらのラベルが付いてくる。

（３）被爆防止

（３．１）レーザー使用時の一般的注意事項

　レーザーを使用するに当たり、次のような注意が必要である。

・レーザーを使用する前に熟練者から安全教育を受け、レーザーのクラス（危険度）、レーザーの構造（特に光の出口位置）、レーザーの使用方法等について十分熟知していなければならない。

・レーザー光の光路は目の高さを避ける。また、腕時計やガラス器具など鏡面反射を起こす物体を光路の近くに持ち込まない。

・予期せぬ方向にレーザー光が飛ばないように、光路の終端には遮蔽物（不燃物で鏡面反射が起こらないもの）を置く。

・光学調整は、レーザーの強度を弱めて行う。また、可能な限り明るい場所で行う。これは、暗所では瞳孔が大きく開くため、網膜に達する光量が多くなり危険であるからである。

・クラス IIIb、IV の大出力レーザーを使用する際には、必ずそのレーザーの波長に適合した保護眼鏡を着用する。保護眼鏡としては、目の横や上からレーザー光が入らないように、ゴーグル型のものが望ましい。保護眼鏡には、Optical Density(OD)が 2 程度の一部透過型や、OD が 10 以上の完全吸収型まで種々なものがある。また、複数のレーザーに対応できる保護眼鏡も市販されている。しかし、保護眼鏡を装着しても、絶対にレーザービームを覗き込んではいけない。

・レーザーを使用する際には、警告のための立札等を掲げ、周囲の人に注意を喚起する。

（３．２）不可視レーザーの取扱い

　最近我国で報告されているレーザーによる事故の大部分は、YAG レーザーによる眼障害である。この原因として、YAG レーザーから放出される光の波長が 1064nm で、すなわち不可視光であることがあげられる。YAG レーザーは大出力であることが多く、その取扱いには一般的注意事項のほかに、以下のような注意が必要である。ここでは、エキシマレーザー光等、紫外光レーザーの取扱いも併せて述べる。

・光路の予備的調整は、弱い可視光を用いて行う。

・レーザー光照射により燐光を発する試験紙を用いて不可視レーザー光路を調べることができる。赤外光については、たとえばコダック社から IR フォスファーという試験紙が市販されている。紫外光については、上質紙（名刺でよい）にレーザー光を当ててみれば青

色の光が発光し試験紙として用いることができる。

・高価ではあるが、赤外又は紫外光を可視光線変換するイメージコンバーターを内蔵した観察装置が市販されている。

註）400～700nm の範囲内にある“レーザー光”を“可視レーザー光”、外にあるレーザー光を“不可視レーザー光”とする。

図 1　レーザーの警告ラベルおよび説明ラベルの例

表１　ラベルの記載事項

<table>
<tr><th>クラス</th><th>警告ラベル</th><th>説明ラベル</th><th>開口ラベル</th></tr>
<tr><td>Ⅰ</td><td>不要</td><td>クラスⅠレーザー製品</td><td rowspan="3">不要</td></tr>
<tr><td>Ⅱ</td><td rowspan="4">要</td><td>ビームを覗き込まないこと
クラスⅡレーザー製品</td></tr>
<tr><td>Ⅲa</td><td>ビームを覗き込まないこと
クラスⅢa レーザー製品</td></tr>
<tr><td>Ⅲb</td><td>ビームを見たり触れたりしないこと
直接光も散乱光も危険です</td><td>レーザー光出口注意</td></tr>
<tr><td>Ⅳ</td><td>ビームを見たり触れたりしないこと
クラスⅣレーザー製品</td><td>レーザー光が出ます</td></tr>
</table>

１．９　内燃機関の取り扱い

・内燃機関は非常に高馬力かつ高速回転するので、軸の回転に十分注意すること。
・回転軸上のカップリングなどの回転物が万一飛散しても危険がないように回転面内には立ち入らないこと。やむなく通過するときは十分注意すること。
・防護カバーにむやみに触れたり、カバーを外したりしないこと。
・カップリングのボルト・ナット部分などに緩みがないか定期的に点検すること。
・同様に機器の固定ボルトなども振動で緩み易いので、定期的に点検すること。
・爆発性および引火性の大きいガソリン、軽油などを取り扱うので、室内では火気厳禁である。
・燃料の保管は消防法を遵守すること。
・燃料タンク、燃料配管などからの漏洩に細心の注意を払うこと。
・燃料タンクの蓋の開閉は確実に行い、ガソリンの気化を防ぐこと。
・排気ガス処理は指示に従い、室内の換気にも注意すること。
・高温、過熱部に注意すること。

１．１０　火災に対する注意

・ガソリン、軽油、その他各種潤滑油剤あるいは可燃性材料を用いるところでは特に火気は厳禁である。
・揮発性の溶剤を取り扱う場合も火気厳禁である。また、換気に注意すること。
・ストーブによる過熱、グラインダの火花、溶接のスパッターによる出火などもあり得るので注意。
・万一に備えて、消火器の位置、避難経路を確認しておく。

２　電子・物理工学科

２．１　はじめに

電子・物理工学科における実験では、高電圧や大電流を伴う装置、大出力レーザ、Ｘ線発生装置、真空装置、および液体窒素や液体ヘリウムなどの低温寒剤を取扱うなど危険を伴う作業に従事することが多い。そして、電気の配線、給排水用の配管および装置部品の機械工作などの作業や、可燃性や毒性のある化学薬品、高圧ガスを取扱う場合もある。したがって、実験作業中には常に事故が起こる可能性が潜んでいることを忘れてはならない。

（１）一般的注意

実験の初心者は、その安全と防災に必要な知識をまず修得し、事故なく実験するよう心掛ける必要がある。

１）機器，器具および工具は、使用前にそれらの性能と操作方法を十分に理解し、注意しながら大切に使う。

２）不審な点や理解できないことは、ささいなことであっても独断や早合点をせず十分に理解する努力をする。

３）無理なスケジュールや、不良な体調では実験しない。

４）実験中はいうまでもなく、実験室では絶対に喫煙や飲食・飲酒をしない。

５）事故の対策とともに、事故発生時の処置も十分に心得ておく。

（２）服装および履き物

１）実験をするときの服装は、普通の作業服（ジャンパーまたはつなぎの作業衣など）、または、白衣を作業に応じて適宜着用する。回転する機械を使うときは必ず作業服を着用し、手袋や機械に巻き込まれる可能性のあるものを着用しないこと。化学薬品類を使うときは必ず白衣（実験衣）を着用する。

２）実験室での履き物は、足を保護し、滑らない靴を選び、正しく完全に履くこと。かかとに鋲や金具のついた靴は履かない。

３）ガスや粉塵に対するマスクおよび高温の物を見る色眼鏡は無精せずに着用する。

（３）実験中の姿勢

１）椅子に座って実験するときは、机にまっすぐに向かい深く腰を掛け、作業に適した安定で自然な姿勢をとるよう心がける。

２）椅子の高さは、足が床に平らに着くように調整し締め付けネジを十分締める。

３）同じ姿勢を長時間続けないこと。特定の筋群の緊張収縮が続くと“静的疲労”を起すので、適当に体を動かす。

（４）実験室の整理、整頓、清掃

実験室や実験台は物品が雑多に散乱しやすいので、安全に実験結果を得るためには、常に整理、整頓、清掃を心掛けることが大切である。

１）机の上は広く使えるように常に整理し、引き出しの中も公私を区別して整理、整頓しておく。また、事務用品も何時でも直ぐ利用できるように整理しておく。

２）席を離れるときは、椅子を机や実験台の下へ押し込んでおく。

３）物品はすべて、所定の置き場所に必ず置くように心掛ける。

４）窓側には、採光の邪魔になるような物品を置かない。

５）ガラス張りの棚、背の高い棚や書架などは絶対に転倒しないように設置する。

６）書類や物品は、机，実験台，および，棚からはみ出さないように置く。

７）実験室内での歩行路を定め、そこは常に安全な歩行ができるようにしておく。

８）実験室の消火器や消火栓、非常口や非常階段および通路出入り口等の近くには、物品を置かないようにする。

（５）実験の後始末

１）ガス、電気、水道の後始末を忘れないこと。実験室を最後に出る人は、運転中の表示の無いすべての実験装置や機器の電源スイッチと配電盤のスイッチ、ガスの元栓および水道の蛇口の開閉状態を必ず確認するよう心がける。

２）薬品などで汚れた器具は、実験後必ず十分に洗浄して置いておくこと。洗っていない器具を後日使用したとき、実験の失敗だけでなく事故を引き起こす可能性が高い。

３）化学薬品を廃棄するときには､廃棄物の分類に従い安全を確認して正しく捨てること。

２．２　電気および電気機器の取り扱い

実験では、種々の電気機器を使用するのみならず、電気配線や電気装置の修理・製作なども自分で行う場合も多い。したがって、電気を安全に使うために必要な基礎知識とルールを正しく理解しておく必要がある。

（１）電気災害の３大原因

感電、漏電および加熱が電気による災害の３大原因とされている。

（感　電）

人体は非常に電気を通しやすいだけではなく、電流に非常に弱い。交流 100V でも、通過電気量（電流と通電時間の積）が 30mA･s を越えると致命傷になる危険がある。感電を防止するために、以下の一般的注意を必ず厳守する必要がある。

１）電気装置のアースを正しく接地する。

２）電気機器には、濡れた手で触らない。また、電気機器に触りながら別の金属部分に接

触しない。

3）配電盤のナイフスイッチのような裸の電極には注意する。特に、OFF 状態の片切りスイッチや、コンデンサを含む直流回路の扱いには安全処置が必要である。

4）高電圧は、触れなくても放電により感電する危険があるので、高電圧部から十分な距離（たとえば、20kV なら 30cm、50kV なら 1m 以上）をとる。十分な知識なしで、安易に高電圧部に触れてはならない。なお、高電圧部の周囲には安全な柵などを設ける。

5）ゴム底の靴のような絶縁性の優れた履き物を利用する。

6）感電により皮膚や内部組織に火傷を負ったときには、速やかに医師の治療を受ける必要がある。感電で自力離脱できない人を救助するときは、絶縁性の手袋や靴を着用するか、電源を切るなどの処置を迅速に行う。万一、失神状態になった場合は、救急医の手配と人工呼吸や心臓マッサージ等の応急措置が必要になる。

（漏　電）

漏電は、火災を引き起こすとともに感電の原因ともなる。漏電が起こるのは、電気機器が絶縁不良になったり、機器の内部に湿気や埃が付着した場合である。漏電の防止には以下のような対策が必要である。

1） 湿気や水分がある場所には、電源盤やコンセントに漏電遮断機を設置しておく。

2） 腐食性のガスが発生する場所には、電気機器を設置してはならない。

3） 電気機器、特に電源部分の埃や湿気には常に注意し適宜点検する。

4） ネジの緩んだＡＣプラグや、破損したコードおよび電流容量不足の電線による配線などを放置しない。ショートにより火災を起こす危険性がある。

（過　熱）

過熱は、電気機器、コンセントおよび室内配線等で起こる。特に、600W 以上の電熱器や電気ストーブおよび 1000℃以上の電気炉などには、常に過熱の危険がある。

1） 配線やコンセントの過熱は、定格以上の電流を流したときに起きる。コードやテーブルタップの定格電流（15A）を必ず守る。

2） 電熱器などの高温器具のコードやターミナルは、絶縁性が高温劣化するので適宜点検する。 また、冷却水を使う場合は漏水および急激な水圧上昇に注意する。

3） 電気炉は、停電時および再通電時にも過熱しないようにしておく必要がある。

（２）電気の使用に関する基礎知識

種々の電気機器を扱ったり配線をするには、電気使用上の知識を習得しておく必要がある。

1） 実験室の配電盤には，3 相の 200V と 100V のブレーカーが複数あり，各ブレーカーの電圧と定格電流を確認すること。

2） 配電盤のブレーカーから機器に電気配線をする場合は，必ずブレーカーを遮断してか

ら行うこと。

３）電気機器には、必ず使用電力に見合った適正な定格電流の筒型ヒューズを使う必要がある。

４）必ず適正な電流容量の電線を使用せねばならない。実験室内の配線には、平形（平行）ビニールコード（定格電流 7A、固定配線不可）や、平型ビニール外装ケーブル（固定配線用）や、ゴム被覆コード（電熱機器用）などを使用する。なお、床を這わせる配線が不可避な場合は、より丈夫で電流容量も大きいキャブタイヤコード（定格電流は普通 15～25A 程度）を使う。

５）電気機器は必ず正しく接地（アース）し、感電や漏電による事故を防がねばならない。接地抵抗は、できるだけ 10Ω以下にする（配電盤のアース端子の接地抵抗は約 15Ωである。なお、ガス管からは絶対にアースを取ってはならないし（火災の原因になる）、水道管もアースの取れない塩ビ管の場合があるので吟味する。

６）実験室の配電盤から数カ所に枝分かれ配線をする場合には、途中に適宜漏電ブレーカーをつける。テーブルタップの孫分岐（タコ足配線）は避ける。

（３）静電気の帯電に対する安全対策

静電気帯電は、物質の摩擦、分割、衝突や絶縁された導体への帯電物の接近等によって起こる。帯電電荷量が少なくても、数千から数万 V の高電位に達すると、熱や光や音を伴う放電を起こす。絶縁状態の人体は、3000 から 4000V に帯電する可能性があり、接地物や導体に近づいたとき放電による電撃を受ける。また、火花放電によって可燃性や爆発性のガスが着火する危険がある。したがって、帯電の防止、除去および中和等の対策が必要である。ただし、漏れ抵抗（大地との間の抵抗）が百万Ω以下の物は、静電気的な接地状態にあるとされている。

１）絶縁体の電荷は、接地抵抗を 100 Ω以下にしても完全には除去できない。接地により迅速に除電するには、帯電防止剤、表面処理、または接地した金属テープなどによる導電化が必要である。

２）相対湿度を約 65%にすると、水分を吸着する帯電物体の表面抵抗は十分低下する。しかし、他の電気設備の絶縁が低下しないことを確認しておく必要がある。

３）除電器は、着火源にはならない程度の微弱な放電で空気をイオンすることにより、帯電物体の電荷を中和できる。

４）帯電部に直接触る必要がある時には、必ず絶縁物（たとえば、塩ビのパイプ）を介して触る。なお、絶縁物の表面は常にきれいに保っておく。

（４）強磁場に対する注意

磁束密度が約 2 テスラ以上の磁場を強磁場といい、核磁気共鳴装置（NMR）や電子スピン共鳴装置（ESR）で利用されている。そして、超伝導型磁場では 10 テスラを越えること

もある。これらの強磁場は、大電流を使う電磁石で発生させる。

１）実験器具が引き込まれて電磁石に激突しないよう対策が必要である。

２）電子機器の磁気記憶などが消えないように注意する。

３）強磁場の人体への影響はまだ不明確であるが、心臓のペースメーカーを利用している場合は絶対に近づいてはならない。

２．３　情報処理機器による健康障害の予防

実験のみならず勉学のあらゆる面において、キーボードのような入力装置と画像表示装置を統合した情報処理機器の端末を使う作業（VDT 作業）が不可欠となってきた。しかし、種々の身体的・精神的障害が生じる危険性があるので、適切な取り扱いが必要である。

（１）報告されている症状

１）視覚機能の低下（かすみ、痛み、色覚の異常、視力の低下等）および眼精疲労（頭痛、肩こり、手足の痛み等）などの身体的障害。

２）意欲、集中力および記憶力の低下等の精神的障害のみならず、発作や情緒の障害等。

（２）障害の予防対策

以上の障害を予防するためには、適切な環境での適切な作業を心掛けるとともに、視覚検査（視力、眼圧、眼底等の検査）を定期的に受診し、異常を早く見つける必要がある。

１）作業室内の照明は、著しい明暗やまぶしさが生じない明るさに保つ。

２）デイスプレイ画面の照度は500ルックス以下にし､キーボードおよび書類の照度は300から 1000 ルックスまでにする。

３）デイスプレイに高輝度の背景が写り込まないようにする。

４）自然な正しい姿勢で作業するとともに､長時間の連続作業は避ける(60 分作業後 15 分休憩）。

（３）情報処理機器の安全な管理

１）コンピュータなどの情報処理機器の放熱孔をふさいだり、水気や可燃性のものを近づけない。

２）無断で情報処理機器のケースを開けたり、内部に触れたりしてはならない。

２．４　レーザー光による傷害防止

本学科では、種々のレーザー光を、実験用光源として利用することが極めて多く、レーザー装置を安全に正しく扱える基礎知識を習得しておく必要がある。

（１）レーザー光

レーザー光とは、特定の物質に人工的の光や放電などの強いエネルギーを与えて励起させ、それがもとの状態に戻るときに発生する光を誘導放射の過程により増幅させたものをいい、その波長は 200 nm から 1.5μm までの領域にある。また、レーザー光は電磁波として波面がそろい指向性にすぐれ、エネルギー密度が高い。主なレーザーの種類を表２に示す。

表１　主なレーザーの種類

種類		波長 (μm)	出　力	
			連続	パルス
ガスレーザー	He–Ne	0.63	1–50 mW	
	CO_2	10.6	10–5000 mW	~300 J
	Ar	0.51	0.5–5 W	
		0.48	5–20 mW	
	エキシマ	0.2–0.4	–	~2 J
固体レーザー	YAG	1.06	1-10 W	~10 J
	チタンサファイア	0.65-1.1	0.3–3 W	~1 mJ
液体レーザー	色素（クマリン、ローダミン）	0.5–0.65	0.1–10 W	~1 mJ
半導体レーザー	GaAs 系	0.64–0.9	1–100mW	
ＤＰＳＳ(Diode Pumped Solid State)レーザー	GaAs 系半導体レーザーを励起光源として YAG レーザーを発振させる	1.06 0.532 0.355 0.266	1-10 W @0.532 μm	~1 mJ @0.532 μm

（２）　レーザー光のクラス

JIS 規格ではレーザー光の人体に与える影響の程度に応じてクラス分けを行っている。その大まかなクラス分けは次の通りである。

日本工業規格 C6802「レーザ製品の安全基準」の「８．クラス分け」による。

クラス１　　出力は 0.39mW 以下。予知できる条件の下では安全なレーザー。

クラス 1M　　出力は 0.39mW 以下（波長：302.5nm～4000nm）。予知できる合理的な条件の下で、レンズ系を用いてレーザー光を観察しなければ安全(裸眼は安全)。

クラス２　　可視光で出力は１mW 以下(波長：400～700nm)。瞬きなどの目の嫌悪反応により安全。

クラス 2M　　可視光で出力は１mW 以下(波長：400～700nm)。レンズ系を用いて観察することがなく、瞬きなどの目の嫌悪反応ができれば安全。レーザーの放射レベ

ルはクラス 2 と同じ。
クラス３R　出力はクラス 2(可視光の場合)またはクラス 1(不可視光の場合)の出力の 5 倍以下。
クラス３B　出力は 0.5W 以下。直接または鏡面反射した光を見たり触れたりすると危険。
クラス４　高出力（0.5W を超えるレベル）。直接または鏡面反射した光だけでなく散乱光も危険。これらは皮膚障害、火災を発生させる危険もある。

（３）人体に与える影響

レーザー光の波長、出力、波形などによって異なるが、皮膚と目に傷害を起こす可能性がある。目に対しては、可視光は角膜を透過し水晶体のレンズ作用により網膜上に集光されるためエネルギー密度が高くなり危険性が大きい。表２にレーザー光に露光した場合の生体の傷害の例を示す。

表２　過度のレーザー光に露光した場合の生体傷害

CIE 波長域	眼	皮　膚
紫外 C (UV-C) (100~280 nm)	角膜障害	紅疹（日焼け）、皮膚老化の促進、色素の増加
紫外 B (UV-B) (280~315 nm)	角膜障害	紅疹（日焼け）、皮膚老化の促進、色素の増加
紫外 A (UV-A) (315~400 nm)	角膜障害、白内障	色素の黒化、光による反応、火傷
可視 (VISIBLE) (400~780 nm)	網膜損傷	色素の黒化、光による反応、火傷
赤外 A (IR-A) (780~1400 nm)	網膜損傷、白内障	火傷
赤外 B (IR-B) (1.4~3 µm)	角膜障害、白内障	火傷
赤外 C (IR-C) (3 µm ~1 mm)	角膜障害、白内障	火傷

* CIE （国際照明委員会）によって定義される波長範囲で、生体学的影響を記述する場合に用いられる。

（４）安全対策

レーザー光に対する安全対策は、主にレーザー光による眼および皮膚の損傷を予防することにある。さらに、レーザー光が伝搬する光路上の可燃物による火災の発生や高圧電源による感電の予防も忘れてはならない。

レーザー光を用いて実験を行う場合、特に次のようなことに注意すること。

１) 使用するレーザー光のクラスを、ラベルなどで確認すること。
２) レーザー光の光路を、直接または鏡面反射物を通してのぞき込まない。
３) 時計、ボールペンなど鏡面反射するものをレーザー光路に持ち込まない。
４) 眼の保護には、直接光や鏡面反射光のみならず散乱光も眼に入れないようにする必要

がある。そのため、使用レーザー光の波長に適した保護メガネを選択し着用する。特に、紫外や赤外域のレーザー光は眼に見えないので、必ず保護メガネを着用すること。

5）１mW 以上のレーザー光は、吸収体か拡散反射体を用いて終端しなければならない。

6）皮膚の保護には、皮膚の露出を少なくし露出部分へのレーザー光の照射を避ける。

7）レーザー装置を動作させるときには、共同実験者（同室者）にも声をかける。

２．５　Ｘ線の取り扱い

Ｘ線などの放射線は、造血組織や生殖器などの細胞分裂の活発な部位で感受されやすいのに、眼や耳等の五感では感知できない。法律では年間許容被爆の上限値として、５０ミリシーベルト（ｍＳｖ／年）の実効線量当量限度（自然放射線による線量の約２５倍）が定められているが、低線量の被爆でも本人のみならず子孫への遺伝的影響のリスクもつきまとっていることを忘れてはならない。Ｘ線を利用するには、その性質と安全な取り扱い方およびＸ線装置に関する正確な知識を習得し、必ず使用責任者の指示を厳守しなければならない。

（１）体外被爆防止の３原則

放射線の体外被爆を防止するためには、遮蔽と距離と時間に関する原則の厳守が不可欠である。

１）遮蔽物（鉛、鉄、コンクリート、プラスチックなど）を、可能な限り線源の近くに置いて照射線量率を低減する。

２）線源からの距離は、できるだけ長くとる。

３）被爆時間は、できる限り短縮する。それには、あらかじめ手際の良い実験手順を確かめておく必要がある。ただし、時間の短縮の前に、遮蔽と距離の対策に最善をつくす。

（２）体内被爆の防止

密封されていない放射性同位元素（RI）を利用する場合には、体外被爆と体内被爆の両方に対する安全対策が必要である。RI が体内へ入る経路は、呼吸器、口および皮膚（特に傷口）である。

１）実験室内の空気中の蒸気や塵や飛散物を取り除く。さらに、防塵マスクなどを着用する。

２）専用の防護手袋、衣類、帽子、履き物、メガネも指示に従って着用する。

３）RI を含む溶液をピペットで扱う必要が生じたときは、必ず専用の安全ピペッタ- を使用する。

（３）　その他の一般的注意

１）小型のＸ線装置の利用に際しても、必ず指導者の指示に従うこと。また、周囲の人が

被爆しないように注意する。

２） Ｘ線を利用する者は、必ずフィルムバッジを着用して被爆線量を定期的に確認するとともに、健康診断も定期的に受診する。

３） 事故や装置の異常が発生した場合は、Ｘ線の発生を直ちに停止し指示を求める。

４） Ｘ線装置から漏洩や散乱するＸ線の完全な遮蔽は困難なので、適宜線量率を測定する。

２．６　低温寒剤の取り扱い

低温を得る手段には冷凍機と寒剤があるが、実験では主に寒剤が使用される。そして、-70 から-80℃のドライアイス寒剤（ドライアイスにアセトンやエタノール等の有機溶媒を添加）および今日広く常用されている-180℃以下の低温液化ガスの場合は、かなり危険なので物理的性質を十分理解した上で慎重に扱わねばならない。

（１）ドライアイス寒剤

有機溶媒の引火に対する安全対策がまず必要である。また、冷却した容器に皮膚が付着して離せなくなり凍傷を引き起こすことがあるので注意する。

（２）　低温液化ガスの危険性

低温液化ガスは極低温（液体窒素の沸点は 77.35K、液体ヘリウムの沸点は 4.22K）や超高真空を得るのに広く使用されるが、取り扱いには熟練と細心の注意が必要である。

１） 液化状態では、凍傷の危険および材料の低温脆性破壊による二次災害の可能性がある。

２） 気化後の体積は 800 から 900 倍に膨張するので、空気と置換した時の酸欠による窒息（単純窒息剤の作用）および過剰の熱による爆発的気化（蒸気爆発）等を引き起こす危険性がある。

３） 酸素より沸点の低い液化ガスの気化は、支燃性の強い液化酸素を抱き込み火災や爆発を引き起こす可能性がある。

４） 可燃性の物質に接触した液体酸素や、空気と接触した液体水素の液面には、衝撃に過敏な爆発性混合物が形成されることを忘れてはならない。

（３）低温液化ガスの取り扱い上の注意

液化ガスやそれらを使う機器の扱いには、熟練が必要なので初心者はまず経験者の指導の下で経験を重ね、その後も２人以上で次のことに注意して扱うようにする。

１） 液化ガスが皮膚や眼に直接触れないようにする。必ず、皮製手袋、保護眼鏡および保護マスク等を着用する。

２） 液化ガスは、必ず気化ガスを逃がせるキャップの付いた寒剤用断熱容器にいれる。液化ガスの容器は、静かに丁寧に扱うとともに、日光の直射のない換気のよい場所におく。

3）液化ガスを扱う実験室は、十分に換気する。また、液化ガスをはじめて実験装置へ注入するときは、徐々に予冷しながら入れる。

4）液体ヘリウムの容器を使っているときは、必ず二重容器の外側に液体窒素が満たされている必要がある。なお、液体ヘリウムは非常に貴重であり、その気化ガスは必ず回収して繰り返し使用するよう義務づけられている。

5）液化ガスが皮膚に着いたときは直ぐ水で洗い落とし、衣服に沁み込んだときは直ぐ脱ぐ。万一、軽い凍傷になつたときは、40℃程度の湯に浸して体温まで暖めた後、室温で安静に保つ。重傷のときは専門医に直ぐ診てもらう。

6）窒息者は、直ぐに新鮮な空気の所に運び出し、人工呼吸をするとともに医師をよぶ。

２．７　高圧ガスの取り扱い

高圧ガスは、10 気圧以上の圧力で高圧ボンベに封入されていて、圧力調整器（レギュレータ）で数気圧以下に落として使用する。

（１）基本的な注意

1）高圧ガスボンベは高温や衝撃により破裂することがある。圧力調整器を接続するバルブ部分はボンベの転倒により破損しやすく、急激なガス噴出が横転したボンベをロケットのように飛ばす事故も起こる。また、接続部分等からのガスの漏洩によっても、爆発、火災、中毒および窒息等の災害が起こる危険性がある。

2）使うガスの性質（気体比重、沸点、発火点、爆発濃度範囲等）および毒性、可燃性、支燃性の有無を十分理解してからガスを扱う。毒性ガスは絶対に漏らさないよう特に注意する。

3）毒性ガスと可燃性ガスのボンベの肩には、それぞれ「毒」または「燃」と明示され、ボンベの色も充填ガスにより色分けされている(酸素ガスは「黒」、水素ガスは「赤」、液化塩素は「黄色」、液化炭酸ガスは「緑色」、液化アンモニアは「白色」、その他のガスは「灰色」）。

4）ボンベは、必ずガスが若干残った状態で“使い終わり”とし、バルブを閉めておく。

（２）高圧ボンベ取り扱い上の安全対策

1）実験室は、必ず十分に換気するとともに、室内換気の最も良い所に高圧ボンベをおく。また、酸素ボンベは、水素等の可燃性ガスのボンベと隔離しておく。

2）ボンベは、地震でも転倒しないよう壁などに固定し衝撃や熱（火気）は絶対に加えない。

3）ボンベの運搬時には、必ずキャップを装着する。

4）圧力調整器とボンベの接続部分は、スパナを用いて十分に締め付け、せっけん水でガス漏れのないことを確認する。また、ボンベのバルブの開閉前には、圧力調整器のバ

ルブが閉じていることを確認する。なお、酸素には専用の圧力調整器や圧力計を使用する。

５）圧力調整器の一次バルブは、“時計回し”で開く（Open）が、回し過ぎると内部の弁が破損する。逆に、一次バルブを閉じる（Close）ときは、“反時計回し”である。なお、バルブの開閉は、無理のない力で注意深くゆっくり行う。

６）圧力調整器に接続した配管についても、実験の前にガス漏れのないようにしておく。

７）水素等の可燃性ガスは、“火気厳禁”である。また、それらのガスを用いる実験装置は、使用前後に窒素ガス等の不活性ガスで置換する。

８）毒性ガスを使う場合は、防毒マスクや除害剤（水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウム等）を用意しておく。大気中へ放出するときには、必ず完全に無害化しなければならない。

２．８　ガラス器具および構造の一部にガラス部品を持つ真空機器の取り扱い

（１）ガラス器具による事故

ガラス器具による事故はほとんど“切り傷”と“火傷”であるが、実験中のガラス器具の破損は、ガラス破片や薬品の飛散による大被害になる可能性が強いことを忘れてはならない。

１）ガラス管へのゴム栓のはめ込みやゴム管等の接続の際、ガラス管を折ると大けがをする。

２）ガラスの破片や破損部に素手で触ったり、散らばった破片の回収が不完全だと切り傷を負う。

３）加熱したガラスを冷やさず、不注意に触ると“火傷”をする。

４）傷のあるガラス器具は実験中に破損しやすく、特に加熱、減圧、加圧等の実験操作をする場合は大事故を引き起こす危険性がある。

５）アンプル等の封管の開管や、気体を溶解した溶液の入った試薬瓶等の栓抜きのとき、適当な冷却と覆いを怠ると、噴出や爆発で内部の液体を浴びることがある。

（２）ガラス器具の取り扱い上の注意

ガラスは割れるものである。ガラス器具の取り扱いには、使用中のみならず事前の点検にも細心の注意が不可欠である。ガラス事故は、十分に注意さえすればほとんど防止できる。

１）ガラス器具は使用前に傷の有無をよく点検し、傷のあるものは使わない。

２）ガラス器具を急激に減圧や加圧したり、加熱や冷却してはならない。ビーカーやフラスコ等の肉薄容器および吸引瓶のような厚肉の容器は、特に慎重に加熱する。

３）ガラス管にゴムやコルクの栓をするとき，および，ガラス管をゴム管に差し込むときは 、管に水またはアルコールやグリセリンを塗り、できるだけ接合部の近くを持っ

て回しながら無理な力を掛けないように注意して行う。

4）ガラス細工の際は、加熱したガラスに触らないように注意する。また、可燃性ガスの容器は完全に排気してから加熱する。

5）ガラス器具の破損部や飛散したガラス破片の処理には、必ず切り傷の防止対策をする。回収した破片は、他のゴミとは別にし、指定の場所へ指示通りに廃棄する。

（3）構造の一部にガラス部品を持つ真空器具の取り扱い上の注意

構造の一部にガラス部品を持つ真空器具を使用する実験に伴う事故は、主に真空系のガラス部分の破損に起因する。

1）真空系のガラス管を厚肉ゴム管に差し込むときは、ガラス管を折らないように注意する。

2）真空ポンプで排気中のガラス器具には、絶対に機械的ショックを与えてはならない。

3）ガラス製ベルジャーや、金属製ベルジャーのビューイングポートには、必ず覆いを付けておく。

4）真空系の排ガスは、安全で無害な状態にして屋外へ放出する。また、製膜装置等のベルジャー開放時には、オーバーフローさせた窒素ガスによる酸欠症や窒息を防ぐ注意が不可欠である。

２．９　<u>化学薬品の取り扱い</u>

化学薬品には、危険物質（火災や爆発の恐れのある物質）と、有害物質（中毒や健康障害を起こす恐れがある物質）があり、種々の法令による安全のための規制がなされている。したがって、化学実験では薬品に対する周到な安全対策と適切な取り扱いが要求される。

（1）基本的注意

1）実験の内容および手順は事前に十分理解すると共に、使用する薬品の性質を十分調べて事故の予防対策を整える。（参考文献例：日本化学会編“化学実験の安全指針”丸善）

2）実験には白衣を着用し、保護眼鏡をかける。さらに、毒物や劇物を扱うときは、保護手袋やマスクを適宜着用する。また、実験場所を無断で離れてはいけない。

3）化学薬品は所定の保管場所に収納し、使用済み薬品や空ビン等の廃棄物は指示通りに処理･保管する。特に、混合危険物とされている化学薬品の主剤と副剤は、絶対に反応しないようにしておく。

4）刺激性または有害なガスの発生する薬品を取扱う場合は、十分な換気を行える広い実験室や排気機能を持つドラフト内で作業する。

5）万一事故を起こした場合は、必ず大声で応援を頼む（一人では危険である）。

（２）一般的な化学薬品の危険性と安全な取り扱い

本学科の実験でも、有毒性、発火性、引火性および爆発性などのある種々の化学薬品を使うが、一般によく使用される薬品のみについて述べる。他の薬品の危険性と安全な扱い方については、必ず参考文献を調べる必要がある。

１）酸類（硫酸、塩酸、硝酸等）およびアルカリ類（炭酸ナトリウム、水酸化ナトリウム等）は、皮膚や衣服に付けないように注意する。もし、皮膚に付けたときは水で十分洗浄し、白衣に付けたときは素早く脱ぐかハサミで切り取る。

２）酸やアルカリを希釈するときは、水に対してそれらを滴下する。なお、捨てる前に必ず中和する。

３）半導体の処理等に用いるフッ酸（HF）では、失明や死亡事故も起こり得るので、必ず防毒マスク、保護眼鏡および手袋を着用する。

４）有機溶剤やその廃液は揮発性が強いので、必ず栓付き容器に入れて使用する。なお、その蒸気は“有毒”なので吸い込まないよう注意する。

５）メタノール、エタノール、アセトン、ベンゼン、トルエン、キシレン等の有機溶剤は、極めて引火しやすい“特殊引火性指定溶剤”であり、火気には十分に注意する。

６）有機溶剤は、火災と中毒の防止ため必ず危険物倉庫で保管し、実験室へは必要最少量しか搬入せぬよう法令で規制されている。

７）有機溶剤およびその廃液は、絶対に実験室の排水口へ“たれ流し”してはならない。なお、できるだけ回収して反復再利用するよう工夫する。実験廃棄物の処理については、「I－７,実験廃棄物の安全な管理と処理」も参照すること。

８）ガラスの洗浄には、種々の市販洗浄剤（たとえば、SCAT20XS、SCAT100X 、クリーン 99NL 等）を適宜使用する。ただし、指定の希釈率（2～5%）を守り、ゴム手袋と保護眼鏡を着用する。万一眼に入れたときは、失明の恐れもあるので、素早く水洗して眼科医院へ急行する。

２．１０　デバイスプロセス装置の取り扱い

半導体プロセスの主な要素技術としては結晶成長、ウェハーの加工、不純物添加、熱酸化、化学気相堆積(CVD)、リソグラフィーが挙げられる。さらに、材料・デバイスの評価には各種の計測・観察手段が用いられている。これらのどの要素技術、計測・観察装置を見てもそこには危険性が潜んでいる。

（１）エッチング

よく用いられるエッチング液を表４に示す。シリコンのウェハー作製では、エッチング液として硝酸、フッ化水素酸および氷酢酸または水からなる混酸が用いられる。シリコンがエッチングされる機構は HNO_3 によって酸化される過程と、酸化により生じた SiO_2 が HF で除去される過程からなると考えられる。

$$Si + 4HNO_3 \rightarrow SiO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$$
$$SiO_2 + 6HF \rightarrow H_2SiF_6 + 2H_2O$$

エッチング液自体が有毒ガスを発散するが、エッチングによっても有毒ガスが発生するので、排気装置のついたドラフトの中で使用する。

表 4　よく用いられるエッチング液

半導体	エッチング成分	組成	エッチング速度
GaAs	H_2SO_4:H_2O_2:H_2O	3:1:1	~10 μm/min
GaP	HNO_3:HCl:H_2O	1:2:2	2~5 μm/min
InP	CH_3OH, Br_2	–	–

（2）薄膜生成

デバイスの作製には、金属、絶縁体、半導体などの薄膜を何層も積み重ねた多層膜を形成する。薄膜生成にはシラン、ジメチル亜鉛、アルシンといった危険な有害ガスが最先端の実験・研究に用いられることが多くなってきた。こうした半導体用のガスを用いて、研究活動を継続していくためには、決して事故を起こさないことが最も重要な課題である。

半導体用ガスを用いたプロセスでは、事故を未然に防ぐため、常に次の諸点を鉄則にして実験を進めていく必要がある。

1）有害ガスを絶対に漏らさない。

2）有害ガスを未処理のまま排出しない。

3）万一漏れても絶対に吸わない

研究室での実験では、短期間で学生が入れ替わるため習熟の程度が低く、事故につながる危険性が常につきまとっている。したがって、きめの細かな安全教育が不可欠である。半導体プロセス関係の実験では、以下に示す一般的注意事項を最低限守る必要がある。

1）半導体用ガスに対する基礎知識をもち、ガスの性質を十分認識した上で実験を行う。

2）これまで報告例のない、新しい半導体用ガスを用いる場合は、必ずその安全性に関る資料を集めてから実験を開始する。

3）事故は、装置の立ち上げの際に起きやすい。ガスを初めて流す前に真空引きによる漏れチェックを徹底して行うこと。特に、加圧となる部分については、慎重に漏れチェックを行う必要がある。

4）一般的には、半導体プロセスでは、バルブ操作がきわめて多いため、必ずバルブ操作のためのマニュアルを作成すること。実験に慣れてきても、マニュアルで確認する作業を省略してはならない。

5）危険なガスを扱う実験は、二人以上で行うことが望まれる。特に、夜遅く一人で実験

を行ってはならない。

６）定期的に安全確認の作業を行うこと。特に、定期的に保守が必要な装置（たとえば排ガス処理装置）などに関しては、必ず作業記録を残し忘れることのないようにすること。

７）緊急時に備えて定期的に訓練を行い、特に消火器ガスマスクなどはすぐに使えるよう日頃の訓練を怠らないこと。また、担当者間で日頃から地震、火災、ガス漏れなどに対する緊急処置を話合うことが大切である。

２．１１　工作機械の取り扱い

実験用の部品や試料の製作などのため、ボール盤、ハンドドリル、グラインダー、鋸盤、旋盤、形削盤、および切断機等の工作機械をしばしば使用する。事故防止には、まず機械の操作手順および注意事項を十分に理解し、かつ厳守する必要がある。作業中の負傷は、手軽に操作できる機械類の場合に多い。

（１）一般的な注意

１）作業服は、袖口や裾を巻き込まれないように絞ったものを着用する。また、安全靴、安全帽、保護眼鏡等の着用が望ましい。なお、手袋は、巻き込まれる危険があるので、使用しない。

２）工作機械に刃物や被加工物（工作物）を取り付けたり、掃除や給油するとき、または運転中に停電したときは、必ずスイッチやクラッチを切っておく。

３）刃物（ドリル、バイト類）は、被加工物に適合した形状のものを選び、確実に取り付ける。また、被加工物もしっかりと機械に固定する。

４）ドリルやバイト類は、被加工物の材質に適合した切削速度の範囲で使用する。さらに、適宜切削剤も使う。切削中に異常音が発生したときは、刃物類の形状や切削速度が不適切なので修正する。

５）チャックのハンドルは必ず使用後にすぐ外し、付けたままで作業を中断してはならない。

６）切削中に切粉を“手”で取り除いたり、惰力による回転を“手”で止めたりしてはならない。

７）溶接（電気、ガス）には資格が必要なので、必ず有資格者に依頼しなければならない。

（２）各種の工作機械の注意事項

工作機械を安全に取り扱うためには、一般的注意のみならず、それぞれの機械に特有の注意事項も十分に理解し正しい機械操作をする必要がある。

１）ボール盤で穴をあけるときは、小物や薄い工作物であっても、必ずベッドにしっかり固定する。また、頭髪が回転部分に巻き込まれないよう注意する。

２）ハンドドリルは、ボール盤が使えない工作物に穴をあけるのに使用する。その際 、ドリルは工作物に垂直に立て、貫通の瞬間に身体のバランスを崩さないよう注意する。
３）旋盤作業では、バイトの刃先を正しい位置に固定し、回転する工作物もチャックにしっかり取り付け、刃物台の縦および横方向の送りや回転数の操作法を確認する。また、刃先や機械に異常な騒音や振動が生じないように、切り込み、送りおよび回転数を選ぶ。
４）グラインダーの砥石車は高速回転するので、絶対にその正面に立って作業しない。受け台と砥石面の間隔は約３㎜に調整されているが、小さい工作物の際は十分に注意する。なお、砥石車の側面を使用してはならない。
５）帯鋸盤は、使用する前に十分に回転させ、鋸歯に異常がないことを確認する。なお、小型の工作物を扱う場合は、必ず、指先を切断しない工夫が必要である。
６）形削盤（シェーパー）の工作物は、飛び出しやすいのでしっかり固定する。また、切削中、工作物や削り屑には絶対に手を出してはならない。
７）切断機（シアーカッター）を使用する際は、指先を切断しないように注意する。また、押さえのない切断機の場合は、工作物の跳ね上がりを防ぐよう固定する。
８）フライス盤の刃物（フライスカッターやエンドミル）の刃を掴んで脱着する場合、負傷しないように注意する。なお、刃物の回転方向、および工作物の送りや切り込みの操作も必ず確認する。また、切削中、手で仕上げ面を調べたり削り屑を除去してはならない。

２．１２　<u>終夜・休日実験の安全対策</u>

終夜または休日に実験をする場合は、普通の時間帯での実験に対する種々の注意に加えて、万一の事故と救急に対処するために、少なくとも同一の実験室に２人以上がいるように計画し、必ず守衛室へ届け出ておくようにする。また、やむを得ず無人実験を必要とする場合には、機器の故障、停電、断水のみならず、火災や地震への対策を含む万全の事故防止策が不可欠である。

１）停電や故障時に電気機器が安全な状態で自動停止し（たとえば、回転真空ポンプの油溜や逆流止めの設置等）、再通電時にも起動しないようにしておく（たとえば、押しボタンと電磁リレーを組み合わせた停電スイッチを使用）。
２）電気冷蔵庫内で可燃性混合気が発生しないようにしておく。アルコールを保存する場合は、特に注意が必要である。
３）恒温槽は、できるだけ空気浴または溶融塩浴を使用する。油浴が必要な場合は、難燃性のシリコン油を使う。また、測温素子の配線、リレーの接点および加熱電流の電線等に異常がないことを確認しておく。
４）冷却水による洪水を防ぐため、ゴム管が夜間の水圧上昇でも抜けないように締め具で完全に固定する。さらに、万一のゴム管抜けや断水による冷却排水の異常停止を検出

して、給水源と加熱用電源を同時に止める安全装置を工夫する。

５）可燃性ガス（水素等）や支燃性ガス（酸素等）を通す配管や連結部でガス漏れのないことを、必ず確認し室内空気の排気状態も点検しておく。なお、万全を期す必要がある場合には、ガス漏れによる配管内の圧力変化を検出してガス流を止める漏れ検知装置を設置する。

６）地震によるボンベの転倒や、薬品ビン等の破損を防止する対策を確認しておく。

２．１３　参考書

(1)　兵藤申一、″物理実験者のための１３章″、東京大学出版会（１９８９）
(2)　日本化学会編、″化学実験の安全指針″、丸善（１９６６）
(3)　化学同人編集部編、″実験を安全に行うために″　、化学同人（１９９３）
(4)　大阪市立大学安全衛生委員会編、″ＶＩＤ作業をする人のために″（１９９１）
(5)　河東田隆、"デバイスプロセス"、培風館　（１９９３）

３　電気情報工学科

３．１　はじめに

本学科で行われている教育・研究は、電気・電子、情報処理、ならびに、情報通信分野までとかなり広範な分野にわたっている。これらの実験・研究で問題となる安全項目としては感電災害、電気火花や電流による火災、電動機による機械的災害、レーザ光線の特に眼に与える傷害、デバイスプロセスに用いられる化学薬品やガスによる傷害等があげられる。実験室では、室内の電気配線、種々の電気装置の製作、修理等を自分で行うことが必要になる場合がある。そうした作業に従事する場合には、電気に関する基礎知識を持ち合わせていることはもちろん、電気使用のルールを正しく理解しておくことが必須である。さらに、本学科ではＶＤＴ（Visual Display Terminal）機器の操作が必須であるが、長時間のＶＤＴ作業を継続することにより、眼精疲労、眼の痛み、かすみ眼、充血、ドライアイ、色覚異常、視力低下、肩こり、めまいなどが起こることが報告されており、以下の注意事項に十分留意する必要がある。視力検査は年に１回行われるので、視力低下や色覚異常がみられたときは、眼科医の指導のもとに早急な対策を講ずる必要がある。

ここでは、［１］学生実験における安全の基本となる電気災害、［２］電気の使用に関する基礎知識、［３］電気機器設置、取り扱い、工事に関する安全対策、［４］ レーザ光線による傷害防止、［５］デバイスプロセスにおける安全対策、［６］学生実験における安全対策、［７］コンピュータの配置とＶＤＴ作業の心得について概述するにとどめる。

３．２　電気災害とその種類

電気災害の３大原因は、感電、漏電および過熱である。

（１）感電

感電の際に問題となるのは、触れた電圧よりも人体を流れる電流の大きさである。人体に対する電流の影響は、通電部位や通電時間によって大きな違いがあるが、大体の目安を表１に示す。

また、mA×sec の値が 30 を越えれば人体が致命的損傷を受けるともいわれている。状況によっては家庭用の交流 100Ｖでも死亡に到る危険はある。感電事故を起こさないためには、一般的な以下の注意を守ることが必要である。

表１　電流の大きさと人体への影響

電流値	人体への影響
1 mA	ビリッと感じる
5 mA	かなりの苦痛
10 mA	耐えがたい苦痛
20 mA	筋肉のけいれんと神経まひ、離脱不能
50 mA	呼吸困難、相当危険
100 mA	心臓の障害、呼吸停止

１）濡れた手で電気器具に触れない。
アースを正しく接続しておく（アースのとりかたについては「２.３（1）接地」参照）。特に、水の近くで使用する電気器具や、本体が金属である器具（電動工具、冷蔵庫等）では、これが大切である。

２）高電圧は、触れなくとも放電によって感電する危険がある。2.5 kV では 30 cm、50 kV では１m 以上離れていないと危険である。

３）特に直流回路では、スイッチを切った後でもコンデンサが高圧を保持していることがあるので、回路にふれる場合には、その前にコンデンサを完全に放電させることが必要である。

４）高電圧の検査や修理は、安易に行うべきでない。しかし、どうしても必要な場合は十分な予備知識をもった上で行う。その際、体の絶縁を十分良くしてから行うこと（周囲から湿気をなくする、機器や足の下にゴムを敷く、ゴム手袋を着用する等）。

５）万一感電事故が生じたとき、自力離脱不能の感電者を速やかに回路から離脱させるとともに、電源を遮断・接地する（あるいは、電源を遮断・接地したうえで、感電者を回路から離脱させる）。このとき、不用意に感電者に触れると救助者も連鎖感電する恐れや感電の衝撃による転倒・転落等、感電の二次災害にも注意すべきである 。

（２）漏電

漏電は、電気機器が古くなって絶縁が不良になったり、機器内部に湿気がついたり、高圧部分にほこりが溜まったりすることで起こることが多い。漏電は火災に直結するので非常に大きな火災の原因となるほか、漏電が感電を引き起こすことも多い。漏電防止対策としては、以下のような事項が考えられる。

１）水気や湿気のある場所で使用する電気機器や電源には、漏電遮断器を取り付ける。これは漏電が起こった場合に直ちに電源を遮断するもので、電源盤につけるタイプとコンセント差し込み型のものとがある。

２）腐食性ガスの発生する場所には電気機器を設置しない。

３）特に、電源部分には、ゴミやほこりが溜まらないように適宜点検する。

4）AC プラグのネジのゆるみ、コードの折れ曲がり部分の損傷等でショートが発生することが多い。時々点検するように習慣づけることが必要である。

（3）過熱

過熱には、電気器具自体の過熱と配線やコンセントの接続部の過熱とがある。

1）配線やコンセントの過熱は定格以上の電流を流したときに起こる。コードやテーブルタップ等の電流容量には常に注意することが必要である。テーブルタップは、定格 15A のものが多い。

2）過熱によって事故を起こしやすい機器としては、まず第一に、電熱器（電気コンロ）がある。特に、発熱体がむき出しのコンロは危険である。そのような機器の使用に際しては、必ず誰かがそばについていること、短時間の使用にとどめること等の注意が必要である。最近は電気ヒータでもシーズヒータ（発熱体が金属のパイプの中に埋め込まれている）、ホットプレート、電磁調理器のような安全性の高い製品が種々発売されているから、それらを使うようにしたい。マントルヒータのように実験用に作られたヒータは、長時間使用できる。

3）電気ストーブも過熱の危険が多い。特に大型（600 W 以上）のものでは、機器自体だけでなく、コンセントやコードも過熱しやすいので注意を要する。

4）1000℃以上にもなるような電気炉を無人で長時間使用する場合には、炉の周囲に燃えやすいものを置かない等、十分の注意が必要である。また、電気炉のターミナル等は高温のため劣化しやすいから配線部分の点検も欠かせない。

３．３　電気の使用に関する基礎知識

本学科の実験室で研究に従事する学生や研究者は、電気磁気学の基礎知識は当然持っているはずである。しかし、実験室で種々の電気器具や配線を扱う上で必要な実際的な事柄が講義等で取り上げられることはむしろ少ないから、各自必要な知識を習得するように努める。

（1）接地

電気機器を接地することは、感電防止の意味からも、また漏電による火災防止の意味からも大切である。商用交流電源の片側は接地されているから、電気機器のアースが正しく接地してあれば、もしも電気機器の内部で絶縁不良がおこり、金属ケースに漏電した場合でも、漏電電流はアースを通って地中へ流れる。このように、電気機器を接地していない場合に比べて、感電および漏電による事故の危険はずっと少なくなる。接地工事は、法律的には種々の規定があり、たとえば「面積 900 cm^2 以上の銅板または長さ 90 cm 以上で直径 8 mm 以上の銅棒を地中に埋設して、接地抵抗を 10～100 Ω以下に抑える」等であるが、要はできるだけ接地抵抗を少なくすることである。

鉄骨構造の建物においては、鉄骨自体が非常に接地抵抗の低い良好なアースになっている。本学の研究室の配電盤についているアース端子は、接地抵抗の点では特に良好とはいえないと思われるが、感電を防ぐ目的には十分役立つ。より良好なアースが必要な場合には、個別に工事をしなければならない。水道管は、最近ではポリ塩化ビニル管が使われることが多いので、これからアースをとることはできない。また、ガス管からアースをとることは、火災の原因となる危険があり絶対に行ってはならない。

（2）配電盤

各実験室には配電盤が設置されており、3 相 100 V と 3 相 200 V がおおむね 30 A の容量で配線されている（相当するヒューズかブレーカが取り付けられている）。ともに 3 相 3 線式である。3 相 200 V は動力用として用いられる。アースの接地抵抗は、第 3 種接地工事では 100 Ω以下であり本学工学部 B 棟では 11.8 Ωである。

（3）ヒューズおよびブレーカ

ヒューズの素線（糸ヒューズ）をそのまま使用することは禁じられており、必ず爪付きまたは筒型のヒューズを使わなければいけない。爪付きヒューズの定格電流(A)は、3、5、10、15、20、30、40、50...等と大きすぎるヒューズはヒューズの意味をなさないし、逆にヒューズが小さすぎると切れてばかりいて不都合である。使用電力に見合った適正なヒューズを使うことが必要である。コンセントやテーブルタップのためのものとしては、普通 15A が使われる。ブレーカもヒューズと同じ目的で使われる。ヒューズより高価だが信頼性はヒューズより優れている。

（4） 電線およびコード

電線には数多くの種類があるが、ここでは実験室で室内配線等の目的で日常使われる数種類について簡単に述べる。

1）平形（平行）ビニールコード：家庭用電気器具や測定器に附属して使用されるコードで、定格電流は普通 7 A（芯線 0.75 mm^2）である。このコードにテーブルタップを取り付け、いわゆるタコ足配線をしているのをよく見かけるが、電流容量の点で危険である。また、この電線は移動用であり、壁や床等に固定してはいけないことになっている。

2）キャブタイヤコード：cab のタイヤのように丈夫なコードと言うことで、この名前がある。外装はゴムまたはビニールであるが、平形コードよりも太く、丈夫で電流容量も大きい。手荒い使い方をする場所や、屋外等の水気のある場所での移動用電線として用いられる。定格電流は太さによって異なるが、普通 15～25 A(2～3.5 mm^2)程度である。

3）平形ビニール外装ケーブル（F ケーブル）：室内の固定配線用に適したケーブルである 。種々の定格のものがあるが、たとえばビニール外装の厚み 1.5 mm で許容電流は

19 A である。壁等への固定はステップル等で行う。

4）ゴムコード：電気を熱として利用する機器や白熱電灯に用いるための、天然または合成ゴムの被覆のコード（袋打ちコード等）である。ビニールの被覆のコードは、熱に弱いのでこの目的に使用してはならないことになっている。

３．４　電気機器設置、取り扱い、工事に関する安全対策

（１）　電気機器設置、取り扱い、工事

1）コンクリート上に設置する３相 200 V のモーターや、ルームエアコンには第 3 種接地工事をする（配電盤のアース端子につなぐ）。

2）３相１馬力のモーターは、過負荷保護装置を取り付けること。

3）金属板で覆われた 100 V の電気設備には接地抵抗 100 Ωの接地工事、絶縁抵抗 0.5 MΩが必要である。ただし、地絡時、0.5 秒以内に作動する漏電遮断器が設置されてあれば 、それぞれ 500 Ω、0.1 MΩでよい。

4）50 kW 未満の自家用電気工作物の低圧部分の需要設備の工事は、第 1 種電気工事士または電気工事認定者でなければ行なってはならない。

5）電気工事士でなくてもできる作業は、24 V レベル用変圧器の 2 次側の配線、開閉器のコード接続、ヒューズの取り替え等である。

6）電気工事士でなければできない工事は、電線相互の接続、ガイシに電線を取り付ける、電線管に電線をおさめる等である。

7）対地電圧 200 V で使用する設備は、コンセントを使用してはならず電路と電気機器は、直接接続しなければならない。

8）使用電圧 300 V 以下の機器の金属ケースは、第 3 種接地工事をし、接地線は 1.6 mm 以上のものを使用しなければならない。

9）自家用電気工作物の設置物は、感電事故、電気火災の発生時、48 時間以内に所轄通産局に届けなければならない。

１０）工事を行なった後は、目視試験、絶縁試験、接地試験、導通試験を順次行なわなければならない。

１１）被覆電線では接地側を白色、非接地側を黒色コードにする。

（２）電気実験の心得

1）ナイフスイッチの投入時は、スパークから眼をそらせるようにすること。

2）高電圧のコンデンサに触れるときは、完全に放電したことを確かめること。放電余効といい、一度短絡した後でも電極間に電圧が発生していることが、よくあるので注意すること。

3）高電圧を使った回路を組み立てるときは、ケースを開けると電源が切れ、コンデンサが放電されるようなインターロックを組み込むこと。

4）高電圧を扱う際は、手足の濡れや、汗に気をつけること。また、複数人で実験を行なうことが重要である。
5）高電圧やモータ機器等の安全性を考えると、一度停電すると再び起動しないかぎり作動することのないよう、保持回路付きに設計することが望ましい。
6）高電圧の作業には、絶縁性の高い靴の使用が必要であるが、静電気によるショックを防ぐためには導電性の静電靴と呼ばれるものを使用する。また、火薬類、粉体等を扱う際は、あらかじめ接地板に触れてから入室すべきである。

３．５　レーザ光線による傷害防止

（１）レーザ

レーザ光線とは特定の物質に人工的の光や放電などの強いエネルギーを与えて励起させ、それがもとの状態に戻るときに発生する、電磁波を制御された誘導放射の過程に増幅させたものをいい、その波長は 200 nm から 1 mm までの領域にある。また、レーザ光は電磁波として波面がそろい指向性にすぐれ、エネルギー密度が高い。主なレーザの種類を表２に示す。

表２　主なレーザの種類

種類		波長 (μm)	出　力	
			連続	パルス
ガスレーザ	He–Ne	0.63	1–50 mW	
	CO_2	10.6	10–5000 mW	~300 J
	Ar	0.51	0.5–5 W	
		0.48	5–20 mW	
	エキシマ	0.2–0.4	–	~2 J
固体レーザ	YAG	1.06	1—500 W	~50 J
	ルビー	0.69	–	~20 J
	ガラス	1.06	–	~100 kJ
液体レーザ	色素ローダミン 6G	0.5–0.65	0.1–10 W	
半導体レーザ	GaAs 系	0.64–3.1	1–10 mW	

（２）　レーザ機器のクラス

JIS 規格ではレーザ機器の人体に与える影響の程度に応じてクラス分けを行っている。その大まかなクラス分けは次の通りである。

クラス１　　人体に傷害を与えない低出力（おおむね 0.39 μW 以下）のもの。
クラス２　　可視光（波長 400～700 nm）で、人体の防御反応（まばたき動作秒）により傷害を回避しうる程度の出力以下（おおむね 1 mW 以下）のもの。

クラス３A　工学的手段でのビーム内観察は危険で、放出レベルがクラス 2 の出力の 5 倍以下（おおむね 5 mW 以下）のもの。

クラス３B　直接または鏡面反射によるレーザ光線の暴露により目の傷害を生じる可能性があるが、拡散反射によるレーザ光線に暴露しても目の傷害を生じる可能性のない出力（おおむね 0.5 W 以下）のもの。

クラス４　拡散反射によるレーザ光線の暴露でも目に傷害を与える可能性のある出力（おおむね 0.5W を越える）のもの。

（３）人体に与える影響

レーザ光線の波長、出力、波形などによって異なるが、皮膚と目に傷害を起こす可能性がある。目に対しては可視光は、角膜を透過し水晶体のレンズ作用により網膜上に集光されるためエネルギー密度が高くなり危険性が大きい。表３にレーザ光に露光した場合の生体の傷害の例を示す。

表３　過度のレーザ光に露光した場合の生体傷害

CIE 波長域	眼	皮　膚
紫外 C (UV-C) (100~280 nm)	角膜障害	紅疹（日焼け）、皮膚老化の促進、色素の増加
紫外 B (UV-B) (280~315 nm)	角膜障害	紅疹（日焼け）、皮膚老化の促進、色素の増加
紫外 A (UV-A) (315~400 nm)	角膜障害、白内障	色素の黒化、光による反応、火傷
可視 (VISIBLE) (400~780 nm)	網膜損傷	色素の黒化、光による反応、火傷
赤外 A (IR-A) (780~1400 nm)	網膜損傷、白内障	火傷
赤外 B (IR-B) (1.4~3 μm)	角膜障害、白内障	火傷
赤外 C (IR-C) (3 μm ~1 mm)	角膜障害、白内障	火傷

* CIE （国際照明委員会）によって定義される波長範囲で、生体学的影響を記述する場合に用いられる。

（４）安全対策

レーザを用いて実験を行う場合、次のようなことに注意すること。

1) ラベルなどで使用するレーザのクラスを確認すること。
2) レーザの光路を直接または鏡面反射物を通してのぞき込まない。
3) 時計、ボールペンなど鏡面反射するものをレーザ光路に持ち込まない。
4) 不必要な方向にビームを使うときには保護めがねを着用する。
5) 大型レーザを使うときには保護めがねを着用する。
6) レーザを動作させるときには共同実験者（同室者）にも声をかける。

３．６　デバイスプロセスにおける安全対策

半導体プロセスの主な要素技術としては結晶成長、ウェハの加工、不純物添加、熱酸化、化学気相堆積(CVD)、リソグラフィが挙げられる。さらに、材料・デバイスの評価には各種の計測・観察手段が用いられている。これらのどの要素技術、計測・観察装置を見てもそこには危険性が潜んでいる。

（1）エッチング

よく用いられるエッチング液を表４に示す。シリコンのウェハ作製では、エッチング液として硝酸、フッ化水素酸および氷酢酸または水からなる混酸が用いられる。シリコンがエッチングされる機構は HNO_3 によって酸化される過程と、酸化により生じた SiO_2 が HF で除去される過程からなると考えられる。

$$Si + 4HNO_3 \rightarrow SiO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$$
$$SiO_2 + 6HF \rightarrow H_2SiF_6 + 2H_2O$$

エッチング液自体が有毒ガスを発散するが、エッチングによっても有毒ガスが発生するので、排気装置のついたドラフトの中で使用する。

表４　よく用いられるエッチング液

半導体	エッチング成分	組成	エッチング速度
GaAs	H_2SO_4:H_2O_2:H_2O	3:1:1	~10 µm/min
GaP	HNO_3:HCl:H_2O	1:2:2	2~5 µm/min
InP	CH_3OH, Br_2	–	–

(2) 薄膜生成

デバイスの作製には金属、絶縁体、半導体薄膜などの薄膜を何層も積み重ねた多層膜を作製している。薄膜生成にはシラン、ジメチル亜鉛、アルシンといった危険な有害ガスが最先端の実験・研究に用いられることが多くなってきた。こうした半導体用のガスを用いて、研究活動を継続していくためには、決して事故を起こさないことが最も重要な課題である。

半導体用ガスを用いたプロセスでは、事故を未然に防ぐため、常に次の諸点を鉄則にして実験を進めていく必要がある。

１) 有害ガスを絶対に漏らさない。

２) 有害ガスを未処理のまま排出しない。

３) 万一漏れても絶対に吸わない

大学での実験では、短期間で学生が入れ替わるため習熟の程度が低いために、事故につ

ながる危険性が常につきまとっている。したがって、きめの細かな安全教育が望まれる。半導体プロセス関係の実験では、以下に示す一般的注意事項を守る必要がある。

1）半導体用ガスに対する基礎知識をもち、ガスの性質を十分認識した上で実験を行う。
2）これまで報告例のない、新しい半導体用ガスを用いる場合は、必ずその安全性に関る資料を集めてから実験を開始する。
3）事故は、装置の立ち上げの際に起きやすい。ガスを初めて流す前に真空引きによる漏れチェックを徹底して行うこと。特に、加圧となる部分については、慎重に漏れチェックを行う必要がある。
4）一般的には、半導体プロセスでは、バルブ操作がきわめて多いため、必ずバルブ操作のためのマニュアルを作成すること。実験に慣れてきても、マニュアルで確認する作業を省略してはならない。
5）危険なガスを扱う実験は、二人以上で行うことが望まれる。特に、夜遅く一人で実験を行ってはならない。
6）定期的に安全確認の作業を行うこと。特に、定期的に保守が必要な装置（たとえば、排ガス処理装置）などに関しては、必ず作業記録を残し忘れることのないようにすること。
7）緊急時に備えて定期的に訓練を行い、特に消火器ガスマスクなどはすぐに使えるよう日頃の訓練を怠らないこと。また、担当者間で日頃から地震、火災、ガス漏れなどに対する緊急処置を話合うことが大切である。

（３）寒剤による傷害事故

液体窒素、液体ヘリウムやドライアイスなどの寒剤を用いて実験を行うことがある。この場合皮膚に付けた時の凍傷と、締め切った部屋で大量の寒剤を蒸発させた場合の酸欠事故の危険性がある。凍傷を防ぐには、液体の染み込む手袋などを使用しないことである。素手ならば、液体は突沸を起こして蒸発し、液体と皮膚の間に気体の断熱層ができ大事に至らない。すぐに手を引っ込めればよい。液体の染み込む場合は凍結により簡単に取れなくなった状態で長時間冷やされかえって危険である。また冷却された金属類を手にする時は断熱材を介して持つ必要がある。さらに、液体窒素が室内に大量に流れた場合、酸素欠乏により人命が失われる危険性もあり換気に注意する必要がある。

３．７　<u>学生実験における安全対策</u>

（１）電気機器操作

電気機器は、回転部分のあるなし、電源が直流か交流によって図１のように分類される。上記の電気機器を操作するにあたり、必ずあらかじめ指導書、マニュアル等をよく読み、注意しなければいけないことを理解しておくこと。電気機器の種類により注意すべきことが異なる。また、電気機器の実験は取り扱う電圧、電流が比較的大きいため、実験中は神

経を集中し以下の注意を守らないと思わぬ事故にあい、感電、火傷、けがをする可能性があるのでくれぐれも注意すること。

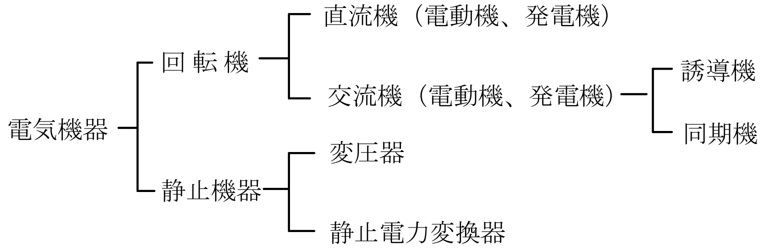


図１　電気機器の分類

(電気的注意事項)

1) 配線などの操作を行う場合、必ず電源を切って行うこと。特に、多人数で実験を行う場合、（声を掛け合うなどして）必ず全員が確認すること。

2) 電源が入っている場合、電気端子、裸線、金属などの電導体を絶対に両手でさわらないこと。

3) 腕時計、金属バンド、金属性の筆記用具やものさしなどは、実験器具の電気端子部分に接触しないように注意すること。

4) 接続線により結線する場合、端子に確実に接続線を挿入し、実験中に緩まないようにしっかり固定すること。また、接続線の途中において接続線を結合する（いわゆる空中配線）はしないこと。これが不完全であると、結合箇所が発熱し火傷の危険がある。また、接続に誤りがないよう入念に調べること（点検者は、接続作業者以外の者が望ましい）。思ってもみない箇所が短絡していた場合、大電流が流れ危険である。

5) 用いる電気機器の定格（定格電力、定格電圧、定格電流、定格回転数など）に注意し、その定格にあった計器、接続線の太さを選択使用すること。定格よりもかなり小さい容量の計器を用いた場合、計器が壊れるだけでなく、最悪の場合には破損した部品が飛んできてけがをする場合もありうる。また、電気機器の定格電流よりも小さい電流容量をもつ（細い）接続線を用いると、接続線が熱を持ち絶縁体を溶かしてしまい危険である。

３．８　コンピューターの配置

（１）部屋の明るさ

部屋が明るすぎると、まぶしさにより眼が疲れるので、原稿が十分に読める程度の照度（300〜1000 ルックス）になるよう、ブラインドやカーテン等で明るさを調整する。部屋

全体がまんべんなく明るいことが望ましい。

（２）ＣＲＴの向き

ＣＲＴの背後に窓があると、明るい光線が眼に入りまぶしい。また、窓が背後にあると、光の反射や外の景色の映り込みなどで画面が見にくくなる。このような場合は、窓にブラインドを付けたり、ＣＲＴにフードやフィルター等を付けたりすることにより、その影響を低減させるようにする。

（３）ＣＲＴの高さ

ＣＲＴの画面の上端が眼の位置よりも下になるように工夫する。顔は正面に向き、わずかに下向き加減になるのが首にとっては最も負担のかからない好ましい姿勢である。

（４）キーボードの位置

手が空中に浮いた状態では、それを支えるために、肩や腕の筋肉に大きな負担がかかり、疲労する。手が作業台上に置かれた無理のない姿勢で作業できるように、キーボードの位置を調節する。上腕と前腕の角度は、９０度またはそれ以上の角度を保つことが望ましい。

（５）机と椅子

椅子に深く腰を掛けて背もたれに背中を十分にあて、背筋を伸ばし、足の裏全体が床に接した姿勢が腰の疲れを予防する基本的な姿勢である。これを実現するために、椅子はその人の体格にあった高さに調整でき、肘かけの付いているものを用いることが望ましい。

３．９　<u>作業の心得</u>

（１）作業時間

一連の作業時間は１時間以内にし、次の作業までの間に１０～１５分の休憩を設ける。一日の作業時間は４時間以内とすることが望ましい。

（２）眼からの距離

「眼から画面への距離」と「眼から原稿への距離」はできるだけ等しくなるようにし、40 cm以上の距離を保つことが望ましい。

（３）姿勢の緩和

時々遠くを見るのは眼の緊張を和らげる効果がある。適当な間隔で腰や足の位置を変えたり、立ち上がるなど姿勢を変えることは腰痛や腰の疲れを予防するのに効果がある。単に立って座り直すだけでも緊張した姿勢の緩和、血液の循環の増加などの効果がある。

３．１０　妊婦に対する配慮

妊婦は原則としてＣＲＴをもつＶＤＴ作業は、Ｘ線や電磁波による胎児への影響が懸念されるため、従事しないことになっている。

３．１１　参考書

河東田隆、"デバイスプロセス"、培風館 (1993)
大阪市立大学安全衛生委員会、″ＶＤＴ作業をする人のために″（1990）
大阪市立大学安全衛生委員会、″ＶＤＴ作業をする人のために−環境管理編−″（1991）

4　化学バイオ工学科

4.1　はじめに

化学バイオ工学科における実験では、電気機器、動力機械のほかに、種々の化学薬品や生物材料が日常的に用いられている。さらに、実験がガラス器具等を用いて行われるため、それらを適切・安全にしかも有効に使用することを心がける。火災・けが等の事故における原因の大部分は誤った使用法や不注意である。これらは、実験の性質を熟知して取りかかれば、防ぐことができる。一般に、事故を未然に防ぐことは、事故後の迅速で適切な対応と同様あるいはそれ以上に重要である。将来、技術研究の分野で活躍するために、安全に関する知識は不可欠である。なお、化学実験の操作ならびに実験機器の取り扱い上の詳しい安全対策については「実験を安全に行うために(正)、(続)」（化学同人）などを参照すること。

実験を行う際に、常に念頭におくべき事項を以下に示す。

1）全体の流れ（実験計画）の把握

2）周到な準備

使用する装置や薬品を点検する。さらに、身支度も実験に応じた準備が必要である。実験中は保護眼鏡を必ず掛ける。実験着は引火時に融着するナイロン、ポリエステルなどを避け、できるだけ皮膚を露出しないようにし、しかも、軽快に動作できるようにする。必要があれば、保護手袋、マスク、フェースガード、防塵マスクなどを着用する。

3）無理の回避、指示の厳守

無理なスケジュールや不備な装置による実験は事故のもとである。実験は決して無理をしてはいけない。指示に従い正しく訓練すれば、ペースを上げることはできる。また、夜間の単独実験は絶対に行わない。

4）危険度の予測

事故は予知できないが、危険度は予測できる。未知の実験は指導教員と十分打合せを行い、疑問点は質問し誤解や情報不足は避ける。同時に、危険度を予測して対策を立てる。なお、次のような実験には万全の注意が必要である。

a) 未知の反応および操作
b) 複合危険のある実験（発火、爆発、毒ガス発生など）
c) 過酷な反応条件（高温、高圧など）

5）装置、器具などの点検

実験に先立って、測定装置などが正常に作動することを確認する。ガラス器具も事前のチェックも行い、破損やヒビのある器具は使わない（実験中に破損し、事故に繋がる可能性が高くなる）。また、ガラス容器は適切な大きさのものを使用する。 容器が小さ過ぎる場合、溢れ出る等の危険がある。一方、大きすぎる場合、種々のムダが生じる。

６）事故発生時対策の確認

止めるべき元栓やスイッチ、消火器や救急シャワーの位置とその操作法、避難、整頓、救急法と連絡法などを確認した後でないと実験を始めてはならない。

７）終了後の始末

後始末も実験の過程である。薬品の保管、使用、廃棄のすべてに責任をもつ。使用後の薬品類を流しに捨てない。溶剤の回収、廃液や廃棄物の処理は指示に従って行う（「I-7 実験廃棄物の安全な管理と処置」参照）。

４．２　薬品の取り扱い

本学では化学物質（薬品）を取り扱う規則が定められている（「一般的共通事項　I -6」参照）。実際の使用に当たっては、規則を厳守して安全に取り扱う。

化学物質のほとんどが、なんらかの形で危険を内包している。したがって、実験では身体との接触を避けるよう常に注意する。とくに、化学物質が皮膚に付着しないよう、保護眼鏡の使用やピペッターの使用などを厳守する。なお、身支度として白衣を着用することを勧める。薬品が白衣に付着した場合、肌に密着していないので、直ちに脱ぎ捨てることで被害を最小限に抑えることができる。

化学物質（薬品）はすべて所定の場所に保管し、実験台上などに放置しない。原則として、必要量を購入する。「毒物」や「劇物」と表示されている化学物質（薬品）は、施錠された保管庫に使用簿をつくり管理する。また、化学物質（薬品）は消防法、毒物および劇物取締法、公害・環境関連法、化学兵器の禁止および特定物質の規制等に関する法律などにより分類され、その取り扱いが規定されている。これらの法令や規制の主旨・精神を理解することも化学物質（薬品）を扱う際に不可欠である。

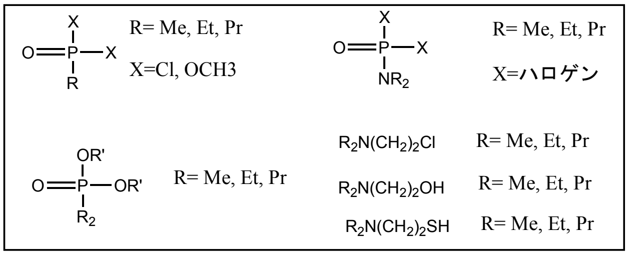
[危険性物質]

危険物	代表的な物質
発火性	有機リチウム、有機アルミニウム、黄燐、還元ニッケル、還元白金、還元パラジウム、アルカリ金属、カーバイトなど
引火性	可燃性ガス：水素、一酸化炭素、都市ガス、アセチレン、エチレン、プロピレン、ブタジエン、アンモニアなど 引火性ガス：エーテル、二硫化炭素、アセトン、ヘキサン、酢酸エチル、ベンゼン、アルコールなどの有機溶媒
爆発性	ピクリン酸、ニトログリセリンのように多くのニトロ基をもつもの、不安定なアゾ化合物、酸素-酸素結合を持つ過酸化物類、アセチレンおよびその誘導体など
腐食性	強酸、氷酢酸、無水酢酸、フェノール、強アルカリ、アンモニア、アミンなど

[有毒性物質]

危険物	代表的な物質
皮膚障害性	酸類、砒素、コバルト、希アルカリ液、ピクリン酸、硝酸銀、ヨウ素、タール、ピッチ、ホルマリン、マンガン、セレンなど
粘膜障害性	アルデヒド、アルカリ性の粉塵およびミスト、アンモニア、クロム酸、エチレンオキシド、塩化水素、フッ化水素、二酸化硫黄、無水硫酸、臭素、塩素、ヨウ素、臭化シアン、塩化シアン、過酸化水素、ホスゲン、ジメチル硫酸など
窒息性	炭酸ガス、ヘリウム、水素、窒素、メタン、エタン、亜酸化窒素、一酸化炭素、シアン化水素、ニトリル、ニトロベンゼン、アニリン、硫化水素など
麻酔性	エーテル、クロロホルムなどほとんどの有機溶媒
神経障害性	二硫化炭素、ハロゲン化炭化水素、四エチル鉛、エチレンオキシド、チオフェン、マンガン、水銀、メタノールなど
腎肝障害性	四塩化炭素、四塩化エタン、ニトロトルエン、ジオキサン、カドミウム、ウランなど
血液障害性	ベンゼン、フェノール、クレゾール、鉛、ホスフィンなど
肺障害性	難溶性粉塵、石綿、タルク、遊離ケイ酸、酸化ベリリウムなど
発癌性	コールタール、ピッチ、アスベスト、ニッケル、ベンゼン酸塩、ナフチルアミン、ベンジジン、4-アミノフルオレン、オーラミン、ジメチル硫酸など

[化学兵器の禁止および特定物質の規制等に関する法律で規制されている物質]

特定物質（製造したり、使用したりする場合、経済産業大臣の許可が必要な物質）	サリン、ソマン、タブン、VX、硫黄マスタード類、ルイサイト類、窒素マスタード類、サキシトキシン、リシン、メチルホスホン酸ジフルオリド、QL、クロロサリン、クロロソマン
指定物質（化学兵器に転用される恐れがあるため、法律上の義務はないものの、自主的に適正な管理を行うことが望まれる物質）	BZ、アミトン、PFIB、ホスゲン、塩化シアン、青酸、クロロピクリン酸、塩化砒素、ベンジル酸、キヌクリジン-3-オール、チオグリコール、ピナコリルアルコール、オキシ塩化リン、三塩化リン、五塩化リン、亜リン酸トリメチル、亜リン酸トリエチル、亜リン酸ジメチル、亜リン酸ジエチル、一塩化硫黄、二塩化硫黄、塩化チオニル、エチルジエタノールアミン、メチルジエタノールアミンのほか下記の化学式で示す物質、 

（1）購入

1）消防法で危険物と定められている化学物質（薬品）等は、一つの実験室、作業場あるいは建物について、保管可能な量が規定されているので必要以上に購入しない。

2）化学物質（薬品）等は、使用後のことまで考慮し、危険物に該当しなくても必要最小量を購入する。これは、費用および保管場所の無駄を避けるための処置である。さらに、経時変化による純度の低下を防ぐこともできる。

（2）保管

1）化学物質（薬品）等は、一定の場所に保管し残量や内容および容器の状態等を常に記録しておくことが必要である。容器の破損防止・転倒防止策を施すことも必要である。

2）化学物質（薬品）等は、その内容がラベルなどではっきり表示された安全な容器に保存する。特に、小分けする場合、その場でラベルを貼ること。

3）施錠保管すべき化学物質（薬品）（監督官庁から指示のある薬品、麻薬、覚醒剤取締法、化学兵器の禁止および特定物質の規制等に関する法律指定楽品等）についてはその指示を厳守し、錠の掛かる金属製の薬品戸棚に保菅する。その鍵は研究室の責任者または指定の教員が管理するものとする。さらに、これらの薬品については使用簿を常備する。

a) 危険楽品：塩素酸カリウム、塩素酸ナトリウム、黄リンなど
b) 有害薬品：シアン化カリウム、シアン化ナトリウムなど
c) 麻薬・覚醒剤：モルヒネ、コカイン、LSD、塩酸エフェドリンなど
d) 化学兵器の禁止およぴ特定物質の規制等に関する法律で規制されている物質：前のページ参照

4）常用する有機溶媒類は危険物倉庫に保管し、実験室等には最小必要量を運び込む。

5）発火性薬品等は、金属製の保管庫などに所定の方法で保管する。

・黄リンおよびラネーニッケル、還元白金、還元パラジウム等の金属は、水を満たした瓶中に貯蔵し直射日光をさける。
・有機アルミニウム、有機リチウム化合物などは密閉容器またはアンプル中に保存する。
・酸化性物質との混合を避ける。

6）混合すると発火、爆発あるいは有毒物質に変化する薬品が多数あり、これらをまとめて混合危険物と称する。保管に当たっては薬品棚、保管庫の区分、配列に十分配慮する。

（3）使用

1）化学物質（薬品）および実験により生成する化学物質等について、特に発火性、爆発性、毒性についてよく調べた後に使用する。

２）引火性物質（空気に触れただけでは発火しないが、発火に必要なエネルギーを加えると容易に発火する物質：エーテル、二硫化炭素など引火点が室温以下のもの）

・引火性液体の加熱には裸火を用いてはならない（スイッチの接点なども火種になる）。二硫化炭素は特に引火性が強く、また、発火点が 100℃であり火がなくても自然発火するので特別の注意を要する。

・引火性気体を使用するときは、換気または通風をよくする。

・内容物の少なくなった容器は引火、爆発の危険性が高い。

３）禁水性物質（水と発熱的に反応し、燃焼、爆発あるいは有害ガスを放出する物質）

・取り扱いには、ゴム手袋やピンセットを用いる。

・金属ナトリウムやカリウムは、石油中に密閉保管する。削り屑はアルコールで分解する。その際、発生する水素に引火しないように注意する。

・金属ナトリウムやカリウムはハロゲン化物と接触すると爆発することがある。

４）爆発性物質（熱、衝撃あるいは有機物や還元性物質との混合により発熱し、ときには爆発する物質：過酸化物、塩素酸、過塩素酸塩、過酸化水素、濃硝酸、硝酸エステル等）

・金属スパチュラは使わない。微量の金属が分解爆発を促進する。

・すり合わせたガラスの使用は厳禁である。

・酸化性固体は加熱、衝撃により爆発する可能性があるので火気、熱源から遠ざけ冷暗所に保管し衝撃を与えない。酸化性液体は有機物や還元性物質に混合すると発熱し発火する恐れがあるので、容器は冷暗所に保管する。

・過酸化水素はアルカリ性で分解しやすく、また、熱、日光により急に爆発することもある。

・エーテル類は空気と触れて過酸化物をつくりやすく、蒸留時に濃縮され爆発する危険性があるので、保管に要注意。ブタジエンや塩化ビニルのような不飽和化合物も同様である。

５）その他の注意すべき化合物

・有害ガスや蒸気の発生する実験はドラフト内で行う。特にオゾン、シアン化水素、ホスフィン（リン化水素）、アルシン（ヒ化水素）などのガスは猛毒であり、少量で死に至る可能性がある。

・強酸性化合物は、皮膚に付着すると瞬時に深い傷跡を残す。もし、皮膚に付着した場合、直ちに大量の水で 10 分間以上洗浄する。特に、クロロスルホン酸や濃硫酸は水に注ぐと発熱して突沸し、飛沫を浴びる危険性がある。したがって、これらの酸を希釈するときは、必ず水の中にこれらを徐々に流し込む。

・水酸化ナトリウムなどの強アルカリも皮膚に対する腐食性が強い。これらが皮膚に付着した場合、皮膚がぬるぬるしなくなるまで水で洗浄する。

・角膜など眼球の粘膜は薬品にきわめて弱く、アルカリ、酸その他腐食性薬品が目に

入って失明する例が多い。このような事故を防ぐため、実験室では必ず保護眼鏡を着用する。

6）危険が予想される物質を扱う際は、まず少量の予備的な実験を人的被害のない範囲で行う。そのとき、災害対策（防護手段）として消火器の用意、安全つい立て、防護面、防護マスクなどを使用する。

7）使用中の化学物質（薬品）等を除いて、原則として薬品容器は机上に放置しない。

8）突然の爆発や火災、あるいは急性中毒が発生することがあるので、実験や作業は決して一人で行わない。特に夜間の実験は、周りに人が少なくなるので、十分に気を付ける。

9）少量でも有毒蒸気が発生する場合、ドラフト外で扱わない。

１０）使用後の器具、空容器等も危険性がある。使用した本人だけが、内容物の種類や容器の使途を知っていることに留意し、使用者の責任で指示された方法で廃棄する。

１１）使用後の化学物質（薬品）等は、無機・有機廃液等の区分に分けて、廃液だめに貯留する。廃溶媒、有害汚泥、不要の化学物質（薬品）等は、専門の業者に処理を依頼するので種類別に保管する。

（４）化学物質（薬品）による事故の処置

1）酸、アルカリなどの劇物やその他の有害物質により身体が汚染された場合、直ちに汚染した部分を大量の水で洗う。衣服に付着した場合、手早く衣服を脱がせる。ただし、劇薬を浴びてただれた皮膚を擦る恐れのある場合には、付着した部分の布を手早くはさみで切り取る。

2）薬品が目に入った場合、まず、水道水で 15 分間以上洗浄し、その後医療機関で診断を受ける。特に、アルカリの場合、注意を要する。

3）有害刺激性気体を吸い込んだ場合、直ちに新鮮な空気中に移す。

4）劇物や有害物質を飲んだ場合、卵黄や牛乳を与えて粘膜を保護し速やかに医療機関に搬送する。

5）中毒 110 番：化学物質（薬品）等薬品により中毒を発症した場合、以下で電話相談に応じている。（情報提供料：無料）

大阪　　０７２－ ７２７－ ２４９９　 365 日　24 時間

つくば　０２９－ ８５２－ ９９９９　 365 日　9 時～21 時

（財）日本中毒情報センターHP　URL:http://www.j-poison-ic.or.jp/homepage.nsf

6）有機溶媒に火がついたとき、まず、まわりにある可燃物を除き、ガスなどの熱源を止める。火勢が弱まってから、濡れ雑巾などで口を覆って消火する。必要ならば消火器を用いる。

7）火傷したときは、緊急処置としてその場で直ちに水道水で患部を 30 分間から 2 時間くらい冷却する。水温は、10～15℃が適温でありそれ以下は望ましくない。洗い流す

ことが困難な場合、水道水で湿らせた 2〜3 枚のタオルで氷片を包み患部に当て冷却する。この時、同一部位が冷えすぎないように絶えず移動をさせる。広範囲の火傷の場合、ショック状態に陥るので、清潔なシートやタオルで覆い毛布にくるんで保温し、医療機関に急送する。重傷の場合、多量の水を欲するので、水を与える方がショックを緩和できる。意識があり、内臓に損傷のない時にはお茶などを与えてもよい。

４．３　各種ガスの取り扱い

（１）実験室で使用するガスの一般的取り扱い

１）ガスを使用する実験を行うに当たっては、事前に使用ガスまたは発生ガスの性質（特に毒性、比重、爆発限界、発火点等）を十分熟知しておく。

２）ガス漏洩時に迅速な処置が取れるように、ガスの種類、反応物の内容に適合した消火器、防護具の所在を事前に確認する。

（２）可燃性ガスの取り扱い

１）火気のそばで使用してはならない。万一の火災に備えて、消火器の所在を事前に確認しておく。

２）着火源は常に存在するものとして、燃焼の起こるガス状態をつくらないように注意する。

３）多量のガスが漏洩した場合、周囲の者にも知らせ直ちに避難する。余裕のあるときは、ガス源と火気を止め窓等の解放を行う。

４）圧力が加わる場合、漏れの検知にはせっけん液を用いた泡による方法が簡単である。常圧の場合、ガスビュウレツト（ガス流量計なども可）でチェックする。

５）爆発範囲の大きなガス（たとえば、水素 4〜75 vol-%、一酸化炭素 12.5〜74 vo1-%、酸化エチレン 3〜100 vo1-%）等を使用する場合、排気には特に注意する。

（３）高圧ボンベ取り扱いでの注意

１）バルブの点検：運搬には保護用キャップを必ず付ける。ボンベの移動には運搬用の手押し車を使用し、運搬中に転げ落ちたりしないように固定する。積み降ろしは丁寧に、一人で担ぎあげたりしない。

２）ガスの種類による区別：酸素と水素等の可燃性ガスを一箇所に貯蔵しない。液化ガス、アセチレンは必ず立てて保管する。酸素および可燃性ガスボンベの近くには発火性や引火性の強い薬品等は置かない。貯蔵室内は火気厳禁。ガスが漏れても滞留しないように換気に注意する。ボンベは常に 40℃以下に保つ。直射日光や風雨の当たる場所、湿気の多い場所、電源・アースの近くには置かない。

３）ボンベの固定：倒れたり、移動したりしないようにしっかり固定する。バルブの開閉は静かに注意深く行う。急激に開く、無理な力で開くなどの操作はしない。ボンベの

バルブ部分に付属する安全弁には絶対手を触れない。調整器、導管は専用品を用い接続は必ず締め付け金具を用いる。石鹸液を付けて接続部分のガス漏れを検査し、ガス漏れのないことを確認してから実験を行う。

4）容器の返済：使用後あるいは交換するときは、必ずバルブを閉じ、ガスが若干残った状態で業者に渡す。ガスを完全に消費してしまうと、再充填の際に空気が混入する恐れがある。

5）可燃性ガスボンベを実験で使用する際には、ボンベをシリンダーキャビネット内に入れて使用する。なお、使用の際には、シリンダーキャビネットの使用法と作動原理を事前に理解しておくこと（「I-9 建築防災設備」参照）。

（4）各種高圧ガス取り扱い上の注意

1）酸素：容器（ボンベ）は黒色。酸素は油脂類に触れるだけで発熱し、燃焼、爆発に至る危険性があるので、容器や器具類に油分を付けたり、付近にこれらを置かない。調整器は、酸素専用のものを用いる。圧力計は「禁油」と表示された酸素用を使用し、接続部分に可燃性パッキングを用いない。酸素を空気と同じと考えてはいけない。機械、器具、配管内には、大抵油分があるので危険である。また、酸素を大気中に放出する場合、付近に火炎などの危険性が無いことを確認して行う。

2）水素：容器の色は赤。水素を急激に放出すると、火種がなくても発火することがある。水素と空気の混合物の爆発範囲は水素濃度が 4.0～75.6 vol-％であり、非常に広範囲である。換気のよい場所で使用するか、導管で室外の大気中に排出するなどの配慮が必要である。また、火気は厳禁である。水素を使用した設備は、使用後窒素ガスなどで置換し保全する。

3）塩素：容器は黄色。塩素は微量でも目、鼻、喉を刺激する。換気のよいドラフト内で使用する。調整器などは専用品を使用する。水分があると激しく調整器などを腐食するので、使用のつど水分を拭き取る。それでも腐食が進むので、6 カ月以上貯蔵しない。

4）アンモニア：容器の色は白。アンモニアは、目、鼻、喉を刺激する。アンモニアは水によく溶けるので、注水のできるところで使用することが望ましい。取り扱いには、水中眼鏡などを着用し、換気のよいドラフト内で行う。

5）アセチレン：容器は茶色。アセチレンは非常に燃えやすく、燃焼温度が高く、ときには分解爆発も起こす。通風のよい場所に置く。容器は使用中、貯蔵中とも必ず垂直に立てる。 火気厳禁。漏れに十分注意する。調整器の出口が 1 kg/cm^2 以上の圧力にならないようにして使用し、バルブは 1.5 回転以上開けない。調整器などは専用品を使用する。空気と混合したときの爆発範囲は、2.5～80.5 vol-％と広い。

6）可燃性ガス：火気厳禁、消火設備を設ける。換気のよい部屋で使用し、火災爆発に対し、十分に配慮する。ガス漏洩の無いことを必ず確認する。スパークなどによる引火

爆発を防ぐため、可燃性ガス使用の前後には、装置内を不活性ガスで置換する。可燃性ガスと空気の混合物は、広い爆発範囲をもつものが多いので十分注意する。また、ガスの空気に対する比重を考慮し、滞留しないよう換気などに配慮する。

7）毒性ガス：毒性ガスに対する十分な知識を持って扱うことが必要である。使用に当たっては、事前に指導教員と十分な打ち合せを行わなければならない。さらに、防毒マスクを用意し、防毒設備や避難などの処置についても万全を期する。換気のよい場所で使用し、ガスの滞留に対する処置等を講じておく。毒性ガスは、完全に無害の状態にしてから放出する。毒性ガスは、ボンベの腐食、錆び、劣化しやすいものが多いので、ボンベの保管にも十分注意する。

8）不活性ガス：高圧のため一般的な注意を守り、慎重に取り扱う。大量に使用するときは、酸素欠乏状態にならないように室内の換気に注意する。

４．４　<u>ガラス器具の取り扱い</u>

ガラス器具による事故の大部分は、切傷と火傷である。これらの事故を防ぐためには、ガラスの性質をよく知っておく必要がある。

1）ガラス器具は使用前に入念に点検し、傷のあるものの使用しない。特に、フラスコ類は保管中に物が当たり、小さなヒビ割れが生じている場合がしばしばある。これを減圧、加熱容器として使用すると、実験中にそのヒビが伸びて事故（破損）に繋がる可能性が非常に高い。ヒビ割れはフラスコ類を明るいところで回転させ、光るような傷があるかどうかで容易に確認できるので、使用前に必ず励行する。

2）加熱用の反応容器として、丸底フラスコなどのように底の丸い器具を使用する。また、三角フラスコ、ビーカーなどを加熱用容器として使用する場合、肉薄で機械的強度が低いので取り扱いに注意が必要である。可燃性有機溶媒等を取り扱う場合、口の広いビーカーなどを使用しない。

ガラスの性質

硬さ	硬度は 6~7 である。もろく、割れ目は鋭利な刃物のように危険である。
強度	圧縮力には強いが（圧縮強度 9000kg/cm^2）、引張力には弱い（400~600kg/cm^2）。細いガラス管は傷を入れると容易に折れる。
耐熱性	熱伝導度が悪い。ヤスリで傷をいれた後、細いガラス棒の先をバーナーで加熱して作った焼玉をあててガラス管を切ることができる。
耐久性	長期保存したガラスはアルカリ成分が失われ、熱すると失透、白濁する。失透したガラスは強度が低下しているので、使用しない。

3）真空蒸留などで減圧にする容器は、ナスフラスコのような底の丸い器具を用いる。三角フラスコのような底の平たい器具は、外側からの圧力によって破損するため、使用

しない。

4）ろ過瓶（吸引瓶）などのような肉厚の器具は、減圧容器として適する。急激な加熱など、大きく温度変化させると破損しやすいので、そのような目的には使用しない。

5）フラスコ類にゴムまたはコルクで密栓する場合、無理をすると破損しけがをすることが多い。一方の手でフラスコの上端を握りしめ（フラスコの口が手で覆われるように）、他方の手で栓をするよう心がける。このような方法を用いると、例えフラスコの口が割れても、大きなけがになることはない。

6）ゴムまたはコルク栓にガラス管や温度計などを差し込む場合、折れてけがをすることが多い。管には、水、アルコールまたはグリースなどを塗り、一方の手に栓をもち、回しながら他方の手で管を少しづつ押す。この際、親指ともう一方の手の親指との間をできるだけ短く、1 cm 以上は離れないようにする。間隔を開けてガラス管を操作すると、てこの原理で思わぬ力がかかり、破損して負傷の原因となる。安全のためには、タオル等の布片で手を保護して行うことが望ましい。また、この際用いるガラス管の両端は、必ず焼いて切口を滑らかにしておく。切ったままのガラス管の切口は鋭利で危険なばかりでなく、栓に傷を付け空気もれを起こすなど実験の支障になることが多い。

7）ガラス細工の際の大きな事故は、可燃性液体または気体が入っている容器を加熱した場合に起こる。細工するガラス管またはフラスコ類の乾燥に、有機溶媒を使用することは危険である。また、可燃性物質を用いた装置などの修理は、これらの物質が残っていないことを確かめる必要がある。なお、加熱したガラスは、一見それと気づきにくいので触れて火傷をする場合が多いので、十分気を付ける。

8）封管や密栓した容器を開ける際、内圧がかかっていると内容物が噴出することがあるので細心の注意が必要である。

４．５　高圧反応容器（オートクレーブ）

加圧下で反応を行う場合、適した反応器、配管、弁類および計測器関係のそれぞれが腐食、暴走などに耐えるような安全性を考慮することが必要である。また、ガス漏れ対策として換気の良いところを選び、耐爆性能のよい保護装置を使用する。

（1）反応器

1）反応器は、耐圧限界が使用圧力の 2 倍程度のものを用いる。

2）本体と蓋の締め付け部分は、パッキンの有無にかかわらず常に清潔に保つ。締め付けは、片締めにならないよう徐々に力を増していく。

3）容器内は、目的のガスで十分に置換する。

4）撹拌方式によっては、回転部分からのガス漏れに注意する。触媒等による配管のつまりにも十分気を配る。

（２）配管および弁類

１）配管継ぎ手の締め付けは、押し付けの力によるようにする。配管のねじれを起こさないように注意する。

２）高圧弁は可動部分（弁スピンドル）からガスもれを起こしやすいので、注意する。

３）安全弁は、薄板式とばね式があり危険なときは両者を併用する。

（３）圧力計

１）常に検査を行い、指示の正確なものを用いる。

２）ブルドン管式圧力計がよく用いられる。使用ガスによってブルドン管の材質を選ぶ。また、酸素には「酸素用禁油」と明示したもの以外は使わない。

３）圧力目盛りの最大値が、使用圧力の 2 倍程度のものを用いる。

４．６　超伝導磁石

核磁気共鳴スペクトル等の発展にともない、身近に超伝導磁石が用いられる。4K（-269℃）の液体ヘリウムに浸したニオブ合金のソレノイドコイルに永久電流が流れ（超伝導状態によって）、強い磁場を生み出している。外部からの刺激はすべてこの超伝導状態を壊す方向に作用する。一度超伝導状態が破れるとコイルは電気抵抗をもち、蓄えられたエネルギーは熱として放出され、冷媒の液体ヘリウムや液体窒素が急激に蒸発する（マグネットクエンチ）。このような事態は屋内の酸素濃度が急激に低下するので、非常に危険である。また、磁石が金属製の器具を引き付けたショックがマグネットクエンチを引き起こしたりする恐れがある。固定していない金属類を磁石に近付けてはならない。磁気テープ、フロッピーディスクやクレジットカードも磁場の影響で消えてしまう可能性がある。装置に使用されている液体ヘリウムや液体窒素は少しずつ気化するが、ガス自体は無害である。地震等で過度のショックが加えられた場合、マグネットクエンチにより液体ヘリウムや液体窒素が気化し部屋を充満する事故（酸欠）が起こる可能性がある。人的災害を防止するため、酸素濃度計と酸素濃度低下時警報装置が設置されている。緊急時には速やかに部屋を脱出する。

４．７　低温装置

低温実験では、低温を得る手段として冷凍機を用いる場合と適当な寒剤を用いる場合がある。実験室では後者の方が簡単なため、よく使用される。氷と食塩や塩化カルシウムを混ぜた寒剤は約-20℃くらいで大きな危険はない。-70～-80℃のドライアイス寒剤、または、-180～-200℃の低温液化ガスを用いる場合、使用法を誤ると凍傷や低温障害などの危険性を伴うので、注意して取り扱う。

（１）ドライアイス取り扱い上の注意

ドライアイスに種々の溶媒を混合すると-80℃の低温が得られる。混合する溶媒のほとん

どはアセトン、アルコールなどであり引火に対する安全対策が要求される。また、不用意にドライアイス寒剤で冷却した容器に素手で触れると、皮膚が容器に付着して取れなくなり凍傷を起こすことがある。寒剤（ドライアイス、液体窒素など）により凍傷を受けたときは、患部を 40℃に温めた湯の中に 20〜30 分間浸す。正常の体温に回復しても、その部分を高く上げ室温で何にもくるまず安静に保つ。湿った衣服は着替えさせる。また、アルコール飲料を与えることもよい。

（２）低温液化ガス

１）液化ガスを使用する装置の取り扱いには、熟練が必要であり 2 人以上で実験する。初心者は必ず経験者の指導の下で一緒に行う。
２）液化ガスが直接皮膚、口、手足などに触れないように、必ず保護服、防護マスク、保護眼鏡、皮製手袋などを着用する。
３）液化ガスを取り扱う実験室は、換気をよくし実験付属品は固定する。
４）液化ガス容器は、日光が直射しない風通しのよい場所に置く。
５）液化ガス容器は、丁寧に取り扱う。
６）液化ガスを密閉容器に入れない。必ず気化ガスの逃げ口をつくり、ガラス綿などで栓をする。
７）容器には、パイレックスガラス製あるいはステンレス製のものを使用し、市販のガラス製魔法瓶を使用しない。また、顔を容器真上に近付けない。
８）液化ガスが皮膚に付着した場合、すぐ水で洗い落とす。また、衣服に染み込んだときはすぐに衣服を脱ぐ。
９）凍傷がひどいときは医療機関を受診する。また、実験者が窒息した場合、直ちに新鮮な空気のあるところに運び出し、人工呼吸を行い医療機関に搬送する。
１０）事故により大量の液化ガスが気化したときは、相当する高圧ガスの場合と同様の処置を取る。

４．８　遠心機の取り扱い

通常実験室で使用される遠心機には、容量数 100μℓ のサンプルを処理できる小型のものから５ℓ 程度の比較的大量の処理が可能なものまで様々なものがある。また、ローターの回転数は、１分間に数千回転という比較的低速のものから１０万回転という超高速回転のものまである。小さな物質を沈降させるには高速で回転させる必要があり、粒子の沈降速度（u）と粒子の直径（dp）、回転中心から粒子までの距離（r）、回転の角速度（ω）との間には次のような関係がある。

$$u \propto dp^2 r \omega^2$$

ローターの回転が高速であるので、取り扱いを間違えれば非常に危険である。取り扱いには特に次のような注意が必要である。

１）遠心機は、その荷重に耐えられる水平な場所に備え付ける。
２）ローターおよび遠心管（サンプルチューブ）は、用いる遠心機に適合したものを用い、規格外のものを用いない。特に、種々のローターを取り替えて使用できる遠心機を使用する場合、遠心機の最高回転数とローターが耐えられる回転数とは異なることに注意する。ローターによって使用可能な回転数の限界が異なり、ローターに刻印されているか、あるいは仕様書に記載されている限界の回転数よりも低速で用いる。
３）ローターが遠心機に完全に取り付けられていることを確認する。
４）ローターへの遠心管の装填は、回転中心に対して対称に配置し、サンプルが１つの場合も必ず対称の位置にダミーのサンプルを装填する。その際、対称の位置にあるサンプルの重量（遠心管本体の重量を含む）は厳密に同じでなければならないので、正確に天秤で調節する。
５）遠心管に入れる試料の量は、遠心管全容量の 70%程度に抑える。回転中に試料が溢れ出て、サンプルの重量（遠心管本体の重量を含む）が変化すると、ローターのスムーズな回転が阻害され危険である。
６）ローターに蓋のあるものは、その蓋を完全に固定する。
７）遠心室内部に金属その他の異物が入らないように注意し、回転を開始する前に常に点検する。
８）遠心室のドア（蓋）が開いているときには、ローターが回転しないように通常安全装置が備え付けられているが、その装置を解除してはならない。実験者の誤操作にも注意する。
９）ローターの回転中に異常音を聞いたときは、直ちに回転を止めその原因を取り除く。例えば、異物の除去、遠心管装填のアンバランスの解消などの処置をとる。
１０）ローターの回転が完全に停止するまで遠心室のドア（蓋）を開けない。

４．９　高圧蒸気滅菌器（オートクレーブ）の取り扱い

高圧蒸気滅菌器は、微生物・動植物細胞の培養器および培地の滅菌に多用される。滅菌操作中は、滅菌器内は高圧の水蒸気で満たされるため、操作を誤れば破裂・火傷などの事故につながることから、取り扱いには細心の注意が必要である。
１）通常実験室で使用される蒸気滅菌器の操作温度ならびに圧力は、121℃、2.2 気圧（0.22 MPa；1.2 kgf/cm^2）である。
２）滅菌缶内、蒸気排気ボトル、ドレントラップに規定量の水が入っていることを確かめる。
３）滅菌缶内に入れる器具・培地などが、滅菌操作中に滅菌缶内で倒れないように慎重に入れる。小さなものは、ステンレスの篭に入れて缶内に入れると火傷などの取り出す際の危険も少なくなる。
４）滅菌缶のドア（蓋）を確実にロックする。

5）滅菌操作時間が経過しても、缶内は高温・高圧状態であるので、排気操作により圧力が 1 気圧（0.1 MPa ; 1 kgf/cm^2）になるまで待ち、さらに、80℃以下になるまで絶対に滅菌缶のドア（蓋）を開けない。高温・高圧下で開くと、蓋の跳ね返りによる打撲、蓋の隙間から噴出する蒸気による火傷など、極めて危険である。
6）缶内から滅菌した器具・培地などを取り出す際には、まだそれらが高温であり、濡れていることに注意し、手袋（軍手）をして操作する。
7）滅菌缶の蓋を開閉するときは、手・指などを挟まないように注意する。蓋の重みで手・指などが切断される危険がある。
8）運転中、運転直後は、缶蓋、アーム、などが高温になっているので絶対に触れない。

４．１０　生物材料の取り扱い

薬品災害とともに生物災害の防止も安全を考える上で重要な因子となってきた。生物災害の原因となる病原微生物などは肉眼で見ることが難しいことや、組換えＤＮＡ実験の普及により微生物の取り扱いの教育を十分に受けていない人々までが組換え体を扱う機会が増えてきたためである。この項では、微生物の取り扱いと組換えＤＮＡについて、注意すべき点を列挙し解説する。

（1）微生物の取り扱い

本研究科・本学部で扱うウイルスや微生物は、病原性を無くしているか全くないものが多い。しかし、無毒化したウイルスに感染した場合、簡単な抗体検査によっては判断できない場合もある。そういった誤った感染を含め、実験室内で感染して発病するということはまず考えられないが、どのような場合であっても周りの環境に菌などをまき散らすなどということのないよう注意が必要である。また、滅菌と消毒がバイオハザード対策の最も基本であるので、どのような場合にどのような消毒法、滅菌法が有効なのかを理解し実践することを心掛ける。
1）70%エタノール、逆性石鹸などを常備し、実験台、床、実験器具、また、実験後の手指などの消毒を励行する。
2）実験に使用する器具などはディスポーザブルのものを使用し、使用後滅菌し廃棄する。
3）微生物実験専用（白衣）の作業衣を着用し、一般の作業衣と区別する。必要があれば、マスクなども利用する。また、微生物実験用作業衣を着用したまま、実験区域外の事務室、図書室、会議室、講堂、食堂等の公共の場に行かない。
4）微生物の入った容器は他の容器と区別し、標識を付ける。
5）実験室での飲食、喫煙、化粧、食料の貯蔵などは行わない。
6）増殖させた菌体などは、必ずオートクレーブ（高温蒸気滅菌 121 ℃、15 分以上）処理してから廃棄する。ただし、菌体によっては、オートクレーブによる滅菌に耐えうる生物もおり、生存状態で放出すればその生態系のバランスを壊すことになる。

７）オートクレーブの扉は、必ず内部圧が常圧に戻ってから開ける。またその際にでる蒸気による火傷にも注意を要する。

（２）組換えＤＮＡ実験について

わが国においては、１９７９年に文部省によって大学等における組換えＤＮＡ実験の安全性確保を目的とした指針が定められた。この中にも、既に述べたように科学の進歩に即応した柔軟な対応が必要であるという考え方が記されている。指針には、組換えＤＮＡ実験とは、「ある生細胞内で増殖可能なＤＮＡと異種のＤＮＡとの組換え分子を酵素などを用いて試験管内で作成し、それを生細胞に移入し、異種のＤＮＡを増殖させる実験」と定義されている。

したがって、異種のＤＮＡの移入が起こらないセルフクローニングや遺伝子除去はこの指針の対象とはならない。また、移入された生細胞と同じ遺伝子構成をもつ生細胞が自然界に存在する場合も指針から除外されている。安全性の確保は、生物学的封じ込めと物理的封じ込めにより二重の安全対策が講じられている。つまり、実験室内の培養装置でのみ生育できる様な非常に弱い微生物を宿主として利用することにより、万一試験管の外に菌が漏出してもすぐ死滅するようにして外界の汚染を防ぐのが生物学的封じ込めであって、実験室や培養、遺伝子組換えを行う場所を外界とフィルターや壁などにより隔離するのが物理的封じ込めである。

物理的封じ込めには physical の頭文字をとってＰを、生物学的封じ込めには biological の頭文字をとってＢをつけ、さらに数字によってレベルを決める。数字は、大きいほど厳重な封じ込めを行うことになる。一般には、その封じ込めレベルの和がその評価となり、その範囲で行える実験が規定される。

一般には、ヒトに近いものないしはヒトに感染するものや病原性のあるものは危険度が高いため、高いレベルの封じ込めが要求される。近年、植物に対する組換えＤＮＡについて、はっきりとした指針が示され、それに伴い高レベルの封じ込め規制がやや緩和される方向にある。

１）一般的な心得

a) 実験計画書を提出し、承認を受けた上でないと実験は行えない。すなわち、外来遺伝子を導入による組換え体の作製やそれの増殖実験には承認が必要である。さらに、その申請には実験者（学生を含む）を登録する必要がある。

b) 実験を始める前に教育訓練を受け、「組換えＤＮＡ実験指針」の内容、特に安全と滅菌消毒については熟知している必要がある。

c) 大阪市立大学「組換えＤＮＡ」実験安全管理規程を遵守しなければならない。

d) Ｐ２レベルの物理的封じ込め下で実験を行う際の注意事項を、「組換えＤＮＡ実験指針」より抜粋し以下に示す。

２）封じ込め設備

a) 組換え体の処理を行うため、ブレンダー、凍結乾燥機、超音波粉砕装置、遠心分離器等のエアロゾルが発生しやすい機器を使用するときには、それらを収容する安全キャビネットを設置すること。ただし、エアロゾルが外部に漏れない設計が施されている機器を使用するときにはこの限りではない。

b) 安全キャビネットの設置に際しては、定期検査、ＨＥＰＡフィルター（高性能微粒子除去装置）の交換、ホルムアミドによる燻蒸等が安全キャビネットを移動しないで実施できるよう配慮すること。

３）実験室の設計

実験室は、汚染物および廃棄物の滅菌のための高圧滅菌器を備えた建物内に置く。

４）実験実施要項

a) 実験中、実験室の窓および扉は閉じておく。

b) 実験台および安全キャビネットは、毎日実験終了後滅菌すること。また、実験中汚染が生じた場合には、直ちに消毒する。

c) 実験に係わる生物に由来するすべての廃棄物は、廃棄前に滅菌する。その他汚染された機器は洗浄、再使用の前に滅菌する。

d) 機械的ピペットを使用する。

e) 実験室内での飲食、喫煙、食品の保存はしない。

f) 組換え体を取り扱った後、実験室を出るときは手を洗う。

g) すべての操作においてエアロゾルの発生を最小限にするよう注意を払う。例えば、熱した接種用白金耳や接種針を培地中に挿入したり、はねるほど強く炎であぶったり、ピペットや注射器から液体を強く噴出させる等の行為は避ける。

h) 汚染した物質等の汚染を実験室以外の場所で除去しようとするときは、堅固で洩れのない容器に入れ実験室で密封してから搬出する。

i) 実験室の昆虫、齧歯類等（ゴキブリ、ネズミなど）を除去する。

j) 実験室内では、実験用の被服等を着用し退室時にはこれを脱ぐ。

k) 実施されている実験の性質を知らない者を実験室に入れない。

l) 実験が進行中の場合には、Ｐ２レベル実験室の表示を実験室の入口に掲げる。また、組換え体を保管する冷凍庫等にもその旨表示する。

m) 実験室は常に整理し、清潔に保ち、実験に関係のない物は置かない。

n) 安全キャビネットのＨＥＰＡフィルターについては、その交換直前および定期検査ならびに実験内容の変更前に、安全キャビネットを密閉し、10 g/m^3 のホルムアルデヒドにより燻蒸した後、約１時間放置し汚染を除去する。

o) 封じ込めレベルがＰ１でよいとされる他の実験を同じ実験室で行う場合、明確に区域

を設定して注意深く行う。

p) その他の実験責任者の定める事項を遵守する。

５）組換え体の処分

組換え体を処分するにあたっては、逆性石鹸（塩化ベンザルコニウム）処理した後、1.5 気圧（約 126℃）で３０分間以上オートクレーブを用いて滅菌しなければならない。

４．１１　放射性同位元素(RI)化合物の取り扱い

RI 等の取り扱いは、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（以下「防止法」という）」および関連法令によって規制されている。また、防止法に基づき本学においても「放射線障害予防規定」が定められている。規定により、RI や放射線発生装置は、許可された場所で許可された種類と量の RI についてのみ取り扱いが可能である。

RI の形態には、密封型と非密封型の２種があり、非密封型 RI の使用については特に厳しい制限がある。本学の理学部内には杉本地区の共通の非密封 RI 取り扱い室がある。ここでは、^{3}H, ^{14}C, ^{32}P, ^{35}S, ^{36}Cl, ^{125}I, ^{131}I などがそれぞれの許可量の範囲内で取り扱い可能である。

（１）　放射線業務従事者

放射線発生装置および RI を取り扱う際には、予防規定により放射線業務従事者として登録する必要がある。そのためには、まず教育訓練を受講し、さらに所定の健康診断を受けなければならない。教育訓練は４月中旬に、健康診断は毎年４月と１０月の２回開催される。登録が完了すると、個人モニタリング用のガラスバッチが交付される。ガラスバッチは、毎月一回交換される。

（２）基本的注意

RI の取り扱いについては、教育訓練の際に詳しい説明がある。ここでは重要な点だけを述べる。

１）我々の体の各組織の放射線に対する感受性は均等ではない。すなわち、活発に分裂している細胞や未分化の細胞であるほど放射線に対する感受性が高い。従って造血組織、眼の水晶体、粘膜、皮膚、精巣などの細胞は感受性が高いので特に被爆を避けるように工夫する。特に、現在妊娠中もしくは将来妊娠する可能性のある女性の場合、胎児や生殖線への被爆を最小限にするように心掛ける。すなわち、胎児は放射線に対して特に感受性が高く、放射線による不妊（受精後５日まで）、胎児の奇形化（受精後９～６０日まで）が引き起こされる。また現在妊娠中でなくとも女性では卵細胞の増殖は胚子期に完了するので、注意する。すなわち、卵細胞への放射線の影響は分裂完了時から受精までの集積線量にかかっているからである。

２）密封 RI の場合、放射線に対する防護策は比較的立てやすい。密封 RI からの放射線はほとんどの場合、γ線など透過性が強いものである。このため、これらの線源と取扱者との間に適当な遮蔽物をおいて遮蔽する。しかし、壁などに反射した放射線に被曝することがあるので、取扱場所では多くの地点でモニタリングを行い、適切な遮蔽を行う。

３）非密封 RI による被爆は、体外被爆と体内被爆に分けて考える必要がある。後者に対する対策がより重要である。体内被爆は、体内に摂取された RI による被爆を指す。したがって、RI の体内摂取の回避が基本である。体内摂取の経路としては消化器、呼吸器、皮膚などが考えられる。

a) 経口摂取を避けるため、RI の取扱中の飲食、口で吸引する型のピペットの使用は謹む。また、RI の使用後は必ず手などを洗浄する。

b) 呼吸器からの摂取は、気体状またはエアゾル状の RI に限られる。このような状態の RI を摂取しないよう、RI の取り扱いはフード内で行う。また、自動ピペットから液を追い出すときに、エアゾルをつくらないように注意する。

c) 皮膚からの摂取を防ぐために、ゴム手袋を着用する。また、RI が飛沫となって顔に飛んだり、目に入ったりすることを避けるため防護面の着用も推奨される。

d) 体内被爆を考える場合、物理的半減期よりも生物的半減期の方が重要である。

●生物学的半減期について

^{3}H, ^{14}C 等の RI による体内被爆においては、その化学形が問題となる。一般に、脂溶性化合物は吸収されやすい。また、一旦吸収されると脂肪組織などに取り込まれ排泄されにくい。一方、水溶性物質の場合、アミノ酸、ビタミンなど生体に必要なものは小腸で吸収されるが、人工的に合成されたものは積極的に吸収されるということはない。ただし、トレーサーとしての RI の利用では、積極的に取り込まれるということを念頭に入れておくべきである。

特定の RI は特定の臓器に濃縮される。たとえば、I は甲状腺に、Ca, Sr, Ra, Pu は歯や骨に、Fe は赤血球に、K, Cs は筋肉に、Th は肝臓にそれぞれ蓄積されやすい。本学では I を除いてこれらの RI は取り扱い不可能であるが、他機関で取り扱う際には、十分に注意せねばならない。

体内に摂取された RI は、α線などのように高エネルギーではあるが飛程距離の短い放射線を放射する RI が特に問題となるが、たとえば、^{1}H や ^{14}C のような低エネルーβ線を放射する RI では元素が転換してしまうことの方が問題となる場合がある。たとえば、核酸構成成分となっている場合などは転換の影響は大きい。

４）本学のような規模の RI 取り扱い施設においては、急性の放射線障害が発生することはまず考えられない。しかし、万一健康診断や個人モニタリングにおいて異常が認めら

れた場合や、脱毛、皮膚の潰瘍等が発生した場合には直ちに専門の医師の検診を受けるべきである。

４．１２　その他の防災に関する注意

防災に対する考え方は、目的とする実験を円滑に進め、よい結果を引き出すためにも重要である。実験に際して経験者の意見を聞くなど前もって予備知識をつけるよう心がけなければならない。また、実験は最近の科学の進歩と共に多岐にわたり、取り扱いに対する注意事項も増加している。ここでは化学実験における代表的な注意事項を列記する。

（１）電気冷蔵庫

１）庫内に可燃混合気をつくらないこと。特に、アルコール、エーテルなどの蒸気圧の高い可燃性溶媒は爆鳴気を作りやすく、爆発例も多い。これらの溶媒や溶液を庫内で冷却する場合には必ず密栓容器に入れ、ビーカーのような開口部の面積の広い容器は絶対使わない。

２）冷蔵庫は常に密閉されているので、可燃性物質以外でも庫内に入れる化学物質（薬品）はすべて密封し、庫内はいつも整理するよう心かける。特に、停電の予告があった場合には、停電期間の長さを考慮した対策が必要となる。

３）安全のため、防爆型電気冷蔵庫を使用する。

（２）オイルバスと油浴恒温槽

１）燃えやすい石油系の油は高温用の浴液には使用しない。一般に、引火性の低い植物油を用いるが、200℃までの加熱用とする。しかし、一度劣化が始まると、加速的に劣化が進み引火点が下がるので、適宜廃棄する。難燃性の点から推奨できる浴液は、シリコン油である。溶融塩浴の利用も考慮する。

２）早急に所定温度を上げるための初期加熱用電源は、入れ放しにしない。市販タイムスイッチを活用するのも一方法である。

３）浴温と入力電圧の関係をあらかじめ調べておき、必要以上の電力を与えないようにする。

４）浴温制御電流は、浴温の一定性を保つためにもリレー接点を保護するためにも小さく取る方がよい。浴液容量の関係からあまり小さくできない場合は、接点が融着することがないよう常時注意する必要がある。

５）接点機構は電流容量に応じて選ぶ。水銀接点型、バイメタル型等を問わず、通常の温度制御装置は経路変化を受けて、突然効かなくなることがある。既設温度制御機構を過信せず、温度ヒューズなどによる安全装置を併用する。

６）電源は、許容電流を確認する。ビニール被覆電線を発熱体に用いない。

（3）真空ポンプ

1）回転ベルトは切れることがある。また、ベルトがゆるいとスリップしベルトを焼くことがあるので、このような場合、軸間隔を調整してベルトが最適状態になるようにする。ベルトは老化するのでこの点にも注意する。

2）三相モーターを使うときは、結線を間違えないよう注意する。また回転するベルトに実験着の袖や裾が巻き込まれないよう、ベルトガードを取り付ける。

（4）無人運転、終夜運転

1）無人運転、終夜運転は可能な限り避ける。もし、やむをえず行う場合、必ず教員に実施内容の細部にわたって相談した後、許可を得てから行う。

2）無人運転しても事故に至らぬよう考えておく。

3）実験で 24 時間以上の加熱が必要な場合、温度制御付きの油浴などを用いる。暴走することを配慮して、少し高めに温度設定した別の温度調節器を接続し、この温度調節器が働けば主電源が切れるようにする。

4）無人運転中に停電し、また通電される場合もある。翌朝まで装置は停電の状態でいる方が安全だから、押しボタンと電磁スイッチを組み込んだ停電スイッチ結線にしておく方がよい。

5）逆流止めのない真空ポンプは、真空系との間に油だめを付ける。

（5）冷却水による洪水と断水

1）夜間は水圧が上がるので、ゴム管か止め具から抜けたり、ゴム管の先が踊って流しの外へ逃げたりすることがある。締め具（洗濯機、自動車のラジエーター用などで使われている）を用いて完全に固定する。また、ゴム管は老化する。ヒビだらけのまま使ってはならない。なるべく赤ゴム管ではなく加圧用（アセチレン用など）ゴム管で配菅する。

2）冷却水出口位置に水の受け皿を置き、それをヤジロベエの一端として水がこなくなると傾きが変わり電磁弁を作動させ給水を止めるという安全装置は手軽につけられる。

3）無人運転中に予期せぬ断水があることを考えておく。装置の加熱を防ぐため、あるいは装置を保護するため圧力型断水リレーを用いて電源が切れるようにする。

（6）可燃、支燃性気体

1）実験装置、特に気体流通系の破損あるいは連結部のはずれなどによって、水素のような可燃性気体、酸素のような支燃性気体が無人実験中漏れ出す恐れがある。配管材料はゴムやガラスよりステンレス管がよく、連結部はボルト締めバイトンパツキングが望ましい。真空用ゴム管は加圧に弱いから注意する。やむを得ずゴム管を使うなら、加圧用（アセチレン用など）を選ぶ。漏れた気体が可燃性混合気をつくらないように、

室内空気の流通排気に気を配る。酸素の噴出先に可燃性物質か置かない。

２）気体漏れは圧力変化として検知されるから、圧力形遮断リレー、電磁弁および停電スイッチを付けておくのがよい。

（７）ドラフト

１）ドラフト内に不要なもの（薬品・器具など）を置かない。爆発事故がもとになっての火災や混合危険に対しては特に注意する。

２）ドラフトがよく引いていることを確かめる。

３）ポリ塩化ビニルシートは遮断材にならない。ガラス板はそのままでは危険である。外からポリ塩化ビニルシートを張る方法もあるが、遮断材としはアクリル板がよい。

（８）電気・ガス等の使用

１）ガス器具は周囲に引火性、易燃性、可燃性の物品がないことを確認の上使用する。火気使用中は、必ず一人は在室し火のそばを離れない。また、換気に注意する。

２）床などに水漏れを起こすと階下まで漏水する恐れがある。冷却水などはきちんと排水口に捨てるように注意する。

３）アースを正しく接続し、濡れた手で電気器具に触れない。電源部分にはごみやほこりがたまらないように適宜点検する。AC プラグのネジの緩みや、コードの折れ曲がり部分の損傷などは、ショートや加熱出火の原因となるのでときどき点検する。コードやテーブルタップの電気容量には常に注意を払い、たこ足配線をしない。

４）各部屋の最終退出者は、使用していないガス、水道、電気のスイッチを切り部屋の窓や鍵などを閉める。

（９）防火、地震対策

１）消火器や消火栓がある場所および使用方法について各自熟知しておく。

２）ボンベや、転倒しやすい機器類は鎖でしっかりと固定する。

３）試薬棚には上部に橋を渡し、地震の際に試薬が落下しないようにしておく。

４）緊急避難路を確保するため、実験室の出入口、廊下、階段、通路には物を置かない。

４．１３　<u>無機・有機廃液等の処置</u>

実験で生じた廃棄物は、自らの責任で適切に処置しなければならない。本学部では、「I-7 実験廃棄物の安全な管理と処置」に示されている区分ごとの処置法に従って貯蔵後、処理委託あるいは自ら処理を行っている。

４．１４　参考書

（１）"新版　実験を安全に行うために"、化学同人 (1993)
（２）"新版（続）実験を安全に行うために"、化学同人 (1993)
（３）中西啓司ら、"化学実験の事故をなくすために"、化学同人（1984）
（４）"有機化学実験のてびき（１）−物質取扱法と分離精製法"、化学同人 (1992)

5　建築学科

５．１　はじめに

工学部の防災・災害対策マニュアルの一般的共通事項での心得や注意と同時に、建築学科における独自の安全対策について以下に述べる。建築学科での各ステージで経験するものであるため、熟読すること。また、他学科と共通する事項もあるので、必要に応じて他学科の記述も参照にすればよい。

５．２　建築プロジェクトスタディ・建築工事現場見学・市街地見学

（１）一般的心得

１）「建築プロジェクトスタディ」（第１年次提供科目）は、実際の建築物や建築工事現場へ出向き、建物や設備を見学し、建物の造り方を学ぶ科目である。建築構造や建築施工、建築設備、都市計画、建築計画、建築史などを学ぶために見学が実施される。

２）「建築プロジェクトスタディ」を始め、提供科目に関わる見学は、教員が行程その他の必要事項を定め指示するのでそれに従うこと。

３）見学先における行動は、先方の担当者の注意や指示をよく聞き、それに従う。

４）見学は団体で行動することが多いが、引率者または現場の指揮者の指示に従い、禁止された行動はもちろん、各自勝手な行動を絶対にとってはならない。

５）特に、工事現場においては常に危険が伴う。出入り禁止区域や危険箇所へは絶対に立ち入らないこと。また、足場は仮設の場合が多いので特に注意すること。

６）完工した建築物であっても、一般には出入りが禁止されている区域、例えば機械室、設備室、屋上などを見学することも多いが、それらの箇所も不注意であると、危険な場合がある。建築を学ぶ学生として特に許可されて立ち入るのであるから、行動に留意すること。

７）建築工事現場は工事進行中であり､完工した建築物は多くの人々が既に利用している。また、歴史的建造物などは文化財として貴重であり、住宅などの居住施設の場合にはそこで生活している人々がいる。それらのことに留意し、絶対に迷惑となる行動をとったり、建造物や工作物を破損したりしないこと。

８）市街地見学の場合には、自動車やバイク、自転車、また多くの人が行き交うなかで見学することがある。まずは、交通事故に遭わないよう細心の注意をはらって行動する必要がある。また、行き交う人々や生活している人々に迷惑となる行動は絶対にとってはならない。

（２）安全基本事項

（履物・服装）

１）建築物や建築工事現場の見学の際は危険な箇所に立ち入るので、サンダルやヒールのついた履物は絶対に履かず、底が滑りにくい靴を履くこと。

２）危険を速やかに回避できるよう、行動しやすい服装を着用すること。ボタンや袖口は確実に止め、ズボンの裾もヒラヒラしないように注意すること。

３）女子はスカート着用を不可とする。必ず「ズボン」を着用すること。

（安全帽）

１）頭部保護のためヘルメットを着用することがある。その際、頭髪がヘルメットからはみ出さないようにし、“あごひも”をきちんと締め付けつけて着用すること。

２）女子はヘルメット着用に支障のないように頭髪を整えておくこと。

（筆記用具・カメラ・荷物）

１）どの見学の場合でも筆記用具、カメラなどを携行することがあるが、それらはコンパクトにまとめて持ち歩くこと。特に、カバンやカメラの“ひも”が建物や機器類などに引っ掛かり、事故に巻き込まれないよう注意する。

２）メモ帳、筆記用具、その他の必需品は小型のものが望ましい。

（写真撮影）

１）写真撮影が禁止されている場所があるので、引率者や指揮者の指示に従い、許可を得てから撮影すること。

２）生活している人々を被写体とする場合などは、相手の立場を十分配慮し、絶対に迷惑のかからないよう留意すること。事前に、許可を得てから撮影すること。

３）写真撮影の際は、足場や交通の状態によっては危険が伴う。周りの状況をよく把握して危険な行動をとらないこと。

（歩行中の注意）

１）ポケットに手を入れたまま歩行しないこと。また、みだりに走ったりしないこと。

２）建築工事現場などでは、クレーンなどによる「吊り荷」の下には絶対に立ち入らないこと。

３）梯子を使って高所へ上ったり、足場の悪い箇所を歩行したりする場合があるが、前後の人に留意し、慎重に行動すること。

４）歩行中は禁煙であることはもちろん、定められた場所以外では喫煙しないこと。また、吸い殻は所定の場所以外には捨てないこと。

５．３　製図室の使い方

建築学科の３・４回生製図室は、主に建築設計演習、卒業設計の課題作成のための場であるが、ただ図面や模型の作製のためだけのものではなく、同じ場所で作業を進めながらお互いの作品を批評しあい、議論や情報交換をし、また他学年とも交流するなどお互いを共に高めていく場でもある。

（1）一般的心得

１）３・４回生製図室及び製図室内の備品は学生の自主管理である。よって、常に自主的に整理整頓し、作業しやすい環境にしておくこと。

２）製図室内の製図板、机、椅子などは学科の備品であり、一年間各人に１セットずつ貸与するものである。これらの備品は、製図室のみで使用するものであり、製図室外への持ち出しは一切禁止する。

３）製図板などの備品に不具合（ねじの紛失や“がたつき”など）が生じた場合は、速やかに担当教員に申し出ること。

４）製図室に、その日最初に入室する者は、必ず理系守衛室にて、学生証と引き替えに製図室の鍵を借りて入室すること。

５）最後に製図室を退出する者は、全ての窓を閉め、蛍光灯、エアコン・換気扇のスイッチ、ガスの元栓の停止を確認後、製図室の扉を施錠し、守衛室に鍵を返却すること。

６）製図室を利用できるのは、月～金曜日の午前７時から午後１１時までである。担当教員の許可があれば、土・日曜日にも使用することができる。ただし、日曜日に使用できるのは午後８時までである。祝祭日は日曜日に倣う。土・日曜日の入室は、入室許可書に担当教員の署名・捺印を貰い、守衛室に提出すること（Ｉ－６　「終夜実験」を参照）。

７）設計演習の課題提出１週間前に限っては、担当教員の許可があれば、製図室に宿泊することができる。宿泊する場合は、宿泊許可書に担当教員の署名・捺印を貰い、守衛室に提出すること。

（2）安全基本事項

１）製図室には多人数が滞在することが多いので、常に換気を心がけること。特に冬期の暖房使用時には適宜、換気扇を使用するか、窓を開放すること。

２）電気を用いる機器数に対し、コンセントの数が少ないが、テーブルタップをうまく使い、たこ足状配線にならないように注意すること。

３）製図室内でガスコンロ等の火を使わないこと。湯を沸かすときにはＧ棟トイレ横の湯沸しコーナーを使うこと。

４）演習の課題提出間際に泊まり込まなくてすむように、計画的に作業を進めること

5．４　材料・構造実験（建築構造学関連）

（１）一般的心得

１）実験作業は創造的かつ検索的作業であり、未知の要因が多く含まれていることを強く認識しておくこと。

２）実験作業は原則として教職員が就業している時間内とし、時間外の場合には教職員の許可を取る。

３）実験用設備は非定常的な使用が多いので、使用に際して安全設備を含む事前の点検および取り扱い方法の確認を確実に行う。

４）教職員と実験主担当者は一日毎の作業予定を立て、実験担当者と実験補助者も含めて事前に打ち合わせておく。

５）他の実験作業との連絡調整を密にすること。

６）安全設備をみだりにはずさないこと、実験に際してやむを得ずはずした場合には、終了後速やかに復旧すること。

７）実験作業中は実験主担当者の指示により適宜休息時間をとり、疲労の蓄積による注意散漫にならないようにする。

（２）安全事項

（服装）

服装は原則として長袖、長ズボンで作業に適したものとする。

１）ボタン、袖口は確実にとめ、ズボンの裾などに注意して、機械に巻き込まれないように注意する。

２）作業服はいつも清潔にし、油などの付着物に引火することの無いように注意する。

３）ポケットの中に尖ったものや、引火しやすいものは入れないこと。

（安全帽・安全靴）

１）実験作業が実施されているときには、室内に入る場合は安全帽を着用すること。

２）安全帽のあごひもはきちんと締めること。

３）実験作業者は、作業中は安全靴を着用する。

（保護具の着用）

保護具は作業内容にあったものを正しく着用すること。

１）運搬作業などは手袋を着用すること。

２）研磨作業などでは保護眼鏡を着用すること。

３）高所作業では命綱を着用すること。

（作業中の行動）

１）危険が予想される場所にはみだりに近寄らない。
２）回転物には注意する。
３）知らない機械には手を触れない。
４）共同作業では合図、確認を確実に行う。
５）上下作業は必要最低限度に抑え、合図確認を確実に行う。
６）物を投げて渡さない。特に高所作業の場合にはかたく禁じる。
７）実験作業中は禁煙とし、休憩時間であっても所定の場所以外は禁煙とする。

（歩行時の注意）

１）ポケットに手を入れて歩かない。
２）実験室内ではみだりに走らない。
３）吊り荷の下に入らない。
４）歩行中は禁煙とする。

（整理整頓）

実験道具や材料を散乱させないように心がけ、いらない物は片づけ、清掃し、清潔にすることによって、常に安全で能率的な作業を行えるようにすること。

１）通路の安全性の確保。
２）正しい置き方、安全な積み方を心がけること。
３）定められた場所に物を置くこと。
４）通路側に鋭利な物がある場合は、養生（手当）をすること。

（準備作業）

１）工器具及び吊り具の事前点検を行い、必要に応じて補充する。
２）試験機、オイルジャッキ、工作機械の取り扱い方法の確認、事前の点検と試運転を行い、異常のある場合は直ちに対処すること。

（載荷中の注意）

１）試験機、オイルジャッキの操作者は、その操作に際して試験体、載荷治具の確認および作業者の安全を確認しなければならない。
２）試験体が破断あるいは崩壊時に破片が飛散する可能性がある場合には、安全ネットなどを設置し、操作者や作業者の安全を確保すること。
３）操作者は、操作中の緊急時に直ちに載荷を中断できるように、操作位置を離れてはならない。
４）作業者、見学者は試験体や載荷装置にみだりに近づかないこと。

（高所作業について）

1）高所での危険な作業には、安全な足場を架設すること。
2）足場板を使用する場合には、一枚当たり二箇所以上堅結すること。
3）高所作業中は、その下方で作業をしてはならない。
4）高所作業中は、入室者が分かりやすい位置に作業中の表示をし適宜、立入禁止措置を行うこと。
5）足場の上に工具などを置かないこと。
6）足場から身を乗り出す場合には、命綱を着用すること。
7）梯子の使用に際しては、堅固な床に設置し上部を固定して使用すること。
8）脚立は水平な床に置き、はずれ止めを必ず掛けること。
9）昇降時には手に物を持たないこと。

（火気の取り扱い）

1）消火器もしくは水を入れたバケツなどを近くに用意すること。
2）可燃物を周りに置かないこと。
3）強風時の火気の取り扱いには十分に注意すること。
4）火気使用中は使用場所から離れないこと。
5）作業終了後、火気を使用した場所及び周辺で、火災発生の恐れのないことを確認すること。

（電気災害の防止について）

1）電気工具などを使用する場合、濡れた手や衣服のまま使用しないこと。
2）電工ドラムなどを使用する場合は、電撃防止装置の付いている物を用いること。
3）電動工具のアースは確実にとること。

（化学薬品の取り扱いについて）

1）容器には薬品名を表示し、冷暗所に保管し、直射日光を避けること。
2）有機溶剤などを使用する場合には、換気に十分注意すること。
3）薬品の使用時は火気を使用しないこと。
4）薬品は、扉のついた棚に保管し、容器が転倒、破損しないようにすること。

（地震対策について）

1）地震発生時は直ちに作業を中止し、安全な場所へ避難すること。
2）火気の使用を直ちに中止すること。
3）重い試験体などの設置に関して、地震時の転倒防止策を実験計画に必ず入れておくこと。

（終了時の注意事項）

１）試験機、オイルジャッキなど、終了時の処置を確認する。
２）試験体、載荷治具の整理整頓を行う。
３）重量物の転倒防止措置を行う。
４）安全設備の復旧整備を行う。
５）火の後始末の確認を確実に行う。
６）試験機などの電源を確実に切断する。
７）実験室の施錠を確実に行う。

（災害発生時の処置について）

災害が発生した場合は直ちに作業を中止し、発見者または実験担当者は状況を把握し、速やかに処置と連絡を行うこと。

５．５　<u>材料実験・風洞実験（建築防災関連）</u>

（一般事項）

１）実験室内では、自分の行動に注意を払うことはもとより、他の人の行動にも注意を払うこと。これは、お互いの安全確保を協力して行うことを意味する。
２）実験器具等の取り扱いは十分注意すること。特に重い物・大きな物の運搬は無理をせず十分な人数で行うこと。また周りに注意を払ってゆっくり行うこと。
３）電源コード・試験器具のスイッチ等に触れる場合は、感電を防ぐため、手をよく拭いて乾燥してから操作すること。
４）電源の投入には十分注意すること。これは、例えば測定器具のスイッチがＯＮになったままコンセントが抜けている場合、そのコンセントを再投入することがどれほど危険なことかを考えれば理解できよう。
５）実験室内には実験器具や配線コードなどが配置してあるので、行動に際しては頭上・足下等に十分注意すること。
６）実験室内では、整理整頓に努めること。整然とした環境は、安全確保のための大きな要因の一つである。
７）実験室内では、責任者（教職員等）の指示に従うこと。

（服装・履物）

行動しやすい服・靴を着用すること。スカート・サンダル等は不可とする。また、汚れてもよいものを着用すること。

（材料実験）

１）載荷試験機への試験体の設置は、教職員等の指示に従い行うこと。また試験機運転時

には、試験機から離れること。

2）試験器具の運搬時には軍手を着用すること。

3）乾燥炉の運転中は非常に高温になっているため、素手では絶対に触れないこと。

4）コンクリートミキサー運転中は、ミキサーに触れないこと。

（風洞実験）

1）風洞を運転する際は、物が飛散する恐れがあるので、吹き出し口付近に人がいないことを確認すること。また運転中は吹き出し口付近に近づかないこと。

2）測定機器等の配線には、感電しないよう十分注意を払うこと。

6　都市学科

6．1　はじめに

都市学科では，実際の市街地や各種の構築物・施設，施工現場などへ出向き見学することがある。また学生実験や卒業研究等で特殊設備や機材，化学薬品を用いて実験を行うほか，交通量が多い屋外で調査を行うこともあり，通常の生活以上のきめ細かい安全確認が必要になる。以下では，学生実験や卒業研究等における注意点の具体的な内容をわかりやすく説明し，各々の授業科目ごとの安全管理について述べる。

なお「学生教育研究災害傷害保険」，「学研災付帯賠償責任保険」等の保険があるので，必ず各自で加入しておくこと。

6．2　現地見学時の留意点

（1）一般的注意

1）第１年次提供の「都市学入門」を始めとして，各講義科目，演習科目では，学外の現場へ出向き，見学することがある。

2）提供科目に関わる見学は，教員が行程その他の必要事項を定め指示するのでそれに従うこと。

3）見学先における行動は，先方の注意や指示をよく聞き，それに従うこと。

4）見学は団体で行動することが多いが，引率者または現場の指導者の指示に従い，禁止された行動はもちろん，各自勝手な行動は絶対にとってはならない。

5）特に建設現場においては常に危険が伴う。出入り禁止区域や危険箇所へは絶対に立ち入らないこと。また，足場は仮設の場合が多いので特に注意すること。

6）完工した構築物・施設であっても，一般には出入りが禁止されている区域，例えば機械室，設備室，屋上などを見学することも多いが，それらの箇所も危険である。特に許可されて立ち入るのであるから，行動に留意すること。

7）建設現場は工事進行中であり，完工した構築物・施設等は多くの人々が既に利用している。また，歴史的建造物等を見学することもあるがそれは文化財として貴重であり，住宅地や住宅などの場合はそこに生活している人々がいる。それらのことに留意し，絶対に迷惑となる行動をとったり，構築物・施設等を破損したりしないこと。

8）市街地見学の場合は，自動車やバイク，自転車，また多くの人が行き交うなかで見学することがある。まずは交通事故に遭わないよう細心の注意をはらって行動する必要がある。また，行き交う人々や生活している人々に迷惑となる行動は絶対にとってはならない。

（2）安全基本事項

1）履物と服装

①構築物・施設やそれらの建設現場見学の際は，サンダルやヒールのついた履物は

絶対に履かず，靴下を履き、底が滑らない靴を履くこと。

②危険に遭遇したとき素早く回避できるよう，行動しやすい服装を着用すること。ボタンや袖口は確実に止め，ズボンの裾もヒラヒラしないように注意すること。

③女子はスカート着用を不可とする。必ずスラックスなど危険回避しやすい服装を着用すること。

2）安全帽

①頭部保護のためヘルメットを着用することがある。その際頭髪がヘルメットからはみ出さないようにし，「あごひも」を締め付け，きちんと着用すること。

②女子はヘルメット着用に支障のないように頭髪を整えておくこと。

3）筆記用具・カメラ・荷物など

①どの見学の場合でも筆記用具，カメラ等を携行することがあるが，それらはコンパクトにまとめて持ち歩くこと。特に，カバンやカメラのひもが引っ掛からないよう注意すること。

②メモ帳と筆記用具は小型のものが望ましい。

③携帯電話は使用しない。

4）写真撮影

①写真撮影が禁止されている場所もあるので，引率者や指導者の指示に従い，許可を得てから撮影すること。

②生活している人々を被写体とする場合などは，相手の立場を十分配慮し，絶対に迷惑が掛からないよう留意すること。場合によっては，声を掛けて許可を得てから撮影すること。

③写真撮影の際は，足場や交通の状態によっては危険が伴う。周りの状況をよく把握して危険な行動をとらないこと。

5）歩行中の注意

①ポケットに手を入れたまま歩行しないこと。また，みだりに走ったりしないこと。

②建設工事現場などでは，クレーンなどによる「吊り荷」の下には絶対に立ち入らないこと。

③「はしご」を使って高所へ上がったり，足場の悪い箇所を歩行する場合があるが，前後に注意し，慎重に行動すること。

④歩行中は禁煙であることはもちろん，定められた場所以外では喫煙しないこと。また吸殻は所定の場所以外には捨てないこと。

６．３　測量に関する実習（測量学Ｉ実習および製図）

（１）一般的注意

測量学Ｉ実習の作業は野外が中心となるため，交通事故に気を付けるとともに，周囲に迷惑をかけないよう注意する必要がある。また。班単位で作業を進めるため，班員同士協力することはいうまでもないが，各自が体調の管理に気を付け集中力の欠如

のないように注意することも大切である。

（2）服装・履物

実習では安全かつ迅速な行動が求められるため，それに適した服装（身なり）と履物を身につける必要がある。そのため，スリッパやサンダルの着用は避ける。また，不適切な服装や履物での実習参加は認めない。

（3）実習中の行動

1）自動車の通行による危険が予想される場所での選点はできるだけ避けること。やむを得ずそのような場所で選点する場合には，通行車両のみならず，駐車車両やその前後に十分注意すること。

2）実習中に大声を出したり，騒いだり，悪ふざけなどをしないこと。

3）ポールや箱尺を持って，トランシットやレベルの方向を向きながら後ずさりする場合には，後方の障害物や階段などに足を取られて転倒することがあるので注意すること。

4）距離測定用のテープは，自動車や自転車等に引っかけられることがあるので注意すること。

5）鋼巻尺（スチールテープ）で手を切ることのないよう注意すること。

6）ハンマー等を使用するとき，周囲に人のいないことを確認すること。

7）製図のとき，カッターナイフなどの使用に注意すること。

8）実習・製図中は禁煙とし，また，休憩時間であっても，所定の場所以外での喫煙は厳禁とする。

9）実習中に測量器具やカバン等を放置することは，自動車等の通行の妨げや器具の破損および盗難を引き起こす元となるので安全かつ目の届く範囲に置く様に注意すること。

１０）実習場所を離れるときには，行き先と用件を示して必ず許可を受けること。

１１）実習終了後には，測量器具の破損や紛失がないか確認の上，所定の場所に収納すること。また，破損等があった場合には必ず届け出ること。

６．４　環境化学分析に関する実験（都市学実験）

（1）一般的注意

1）環境分析実験では，種々の危険な薬品やガラス器具などの破損しやすい器具を使用する頻度が多く，中毒，爆発，傷害，火災などの災害が起こる危険性がある。したがって，担当教員の指示を必ず守るだけではなく，予知しうる危険についての知識を自ら積極的に広げ，事故の予防を心がけることが必要である。

2）実験室は常に整理整頓につとめること。

3）実験の目的と内容を事前に良く理解して，綿密かつ周到な準備を行うこと。

4）実験終了後の後始末を十分行うとともに，退出する前にガスや電気などの消し忘れがないかどうか安全確認に努めること。

（2）化学薬品

薬品には，自然発火性や，引火性，爆発性，有毒性，禁水性などを有するものがある。これらは危険物として消防法で定められており，一般に直射日光を避けて冷所や冷蔵庫に貯蔵し，異種物質が混ざらないようにして，火気や熱源から隔離する。また，試薬瓶のラベルに記載されている注意事項や保管上の留意点に気をつけること。（化学バイオ工学科の安全対策欄も参照のこと）

（3）高圧ガスの取扱い

1）高圧ガスボンベは倒れることがないように必ず鎖や転倒防止器具で柱や壁，実験台などに固定しておくこと。

2）高圧ガスの容器は内圧に耐えるのに精一杯であって，他の外力が加わると破裂して内部のガスが一気に放出され，爆発する危険性もあることを十分理解した上で取り扱うこと。

3）高圧ガスボンベの圧力調整器はガスの種類によって形式が異なるため，使用説明書をよく読んで指導教員に確認すること。

（4）微生物の取扱い

1）微生物を使用するときは，その病原性や伝染性をあらかじめ調査し，感染しないように努めること。天然から分離した未同定の菌については特に注意して取り扱うこと。

2）生菌を扱うときは，ピペッターや駒込ピペットのようにゴム帽で操作するようにし，口で操作しないこと。

3）万が一誤って菌液が口に入ったときは，唾液と一緒に吐き出し，オキシフル，希塩酸，1000 倍希釈の過マンガン酸カリウム溶液などで口内の洗浄をすること。

4）使用済みの菌液汚染物は，取りまとめて高圧滅菌し，菌体と培養ろ液に分け，前者は乾燥後可燃物として処理し，後者は特別の場合を除いて多量の水とともに流しに捨てること。

（5）実験廃液・廃棄物の取扱い

1）有害物を含む実験廃液やこれを含む廃棄物（ろ紙や布，沈殿物など）は原則として流しに捨ててはいけない。これらの有害物質を含むものは「I 一般的共通事項　7. 実験廃棄物の安全な管理と処理」の指示に従って分類し，内容を明示した容器に密栓して貯留保管する。

2）有害物を含む廃液や廃棄物は，確実に分離・保管することが必要であるが，同時に可能な限りの減量化にも努める。

（6）無機分析室使用時における注意事項

1）無機分析室に設置されている ICP 発光分析装置や蛍光 X 線分析装置を使用する場合は，「無機分析室利用規程」に従うこと。

2）万一の事故の場合は，担当の教職員に至急連絡すること。

（7）その他

全般にわたり，化学バイオ工学科における安全対策と共通する部分が多いため，これら２つの学科の欄も参照すること。

６．５　水理学に関する実験（都市学実験）

（１）一般的注意

実験場における軽率な行動や不注意が思わぬ大事故につながることがあるので，担当者の注意をよく聞きその指示に従うこと。

（２）服装・履物

服装は動きやすく，濡れたり汚れてもよいものとする。実験場では足下が水などで濡れて滑ることもあるので，滑りにくい履物を準備すること。

（３）実験中の行動

１）荷物等は所定の場所に置くこと。

２）実験に使用する以外の機械・装置には触れない。

３）濡れた手で装置に触らない。

４）実験場内は禁煙。

５）実験に用いた器具等は所定の位置に片づけ，担当者に実験が終了を連絡すること。

６．６　交通工学に関する実験（都市学実験）

（１）一般的注意

計画学の分野における実習では，交通に関する調査や実験が中心となり，さらに夜間や雨天時の観測も必要となる場合がある。そのため，交通事故はもちろん，一般の通行者や周囲の人達に決して迷惑をかけることのないよう注意する必要がある。

（２）服装・履物

実習では，安全かつ迅速な行動が求められるためそれに適した服装（身なり）と履物を身につける必要がある（スリッパやサンダルの着用は厳禁である）。また，ほとんどが学外での作業となるため，学生らしい服装や履物を身につけるよう心がける。

（３）実習中の行動

１）測定機器（例えば，交通量カウンター，速度測定機，騒音・振動計，照度計，輝度計，反射輝度計，巻尺など）を事前に十分点検するとともにその使用方法を学習しておくこと。

２）測定機器の設置，記録，交通等の監視など，あらかじめ作業の分担とその責任者を決め届け出ること。

３）測定機器には精密機器が多いため，運搬・設置には十分注意するとともに，設置時には機器収納用ケースや配線用リールなどをきちんと整理しておくこと。

４）路側等での作業が多いため，監視員を置くなどして，自動車の通行に十分気を付ける。また，通行車両等に迷惑をかけないようくれぐれも注意すること。

５）測定機器の配線が歩行者等に引っかかったりしないように気を付けること。

6）実習中に大声を出したり，騒いだり悪ふざけなどをしないこと。

7）測定中は，実習に関係しない個人の行動を一切禁止し，調査に専念すること。

8）実習終了後，機器の破損等を確認するとともに機器の清掃や現場にゴミなど残さないよう注意すること。また，機器の破損や紛失があった場合には必ず届け出ること。

9）測定機器を自動車で運搬する必要のある場合には，必ずその旨を届出て許可を受けるとともに走行経路や駐車場所等について予め調べておくこと。

１０）実習終了後は必ず担当者に連絡すること。

１１）実習の一課程として関連施設（交通管制センター，大気汚染監視センター，公害対策施設，交通安全施設など）を見学する場合には，指導者の指示に従うとともにその説明をよく聞くこと。

６．７　構造工学に関する実験（都市学実験）

（１）一般的注意

構造工学における実験では，鋼やコンクリートから成る柱，はり，床版などの構造部材の模型(供試体と呼ぶ)に対し，重量物あるいは圧力を供試体の一部に負荷(載荷と呼ぶ)し，供試体が破壊に至る挙動を調査することをその目的としている。供試体の多くは実存の構造物を対象として縮小製作されているが，近年構造物の大型化などに伴いその寸法諸元，重量ひいては載荷荷重範囲が大きくなる傾向にある。

このような実験に携わる際は，日常生活では直接取り扱うことのない重量物に対処せねばならない。たとえば，総重量 1 トンの棒あるいは板状の鋼とコンクリートの塊を 100 トンの力で押しつぶすようなことに自ら参画することをまず認識しなければならない。これは載荷実験中のみならず，実験供試体の運搬ならび設置などの準備作業中はもとより，実験着などの装備を整えて実験室に入室する際に必ず意識することが必要である。

以下に注意すべき項目を具体的に列記する。

（２）実験または作業前

1）実験または作業で実験室に入室する場合は，必ず 2 人以上で行動すること。

※事故発生の際は，いずれかの者がその連絡を教員等に行うことに備えること。

2）少なくともヘルメット，安全靴と軍手の着用を確認すること。

3）教員等監督者の指示・監視のない場合には，長時間の継続作業を避けること。

※90 分に 1 度程度の休憩を作業従事者全員でとること。

4）実験室内は整理整頓に心がけ，事故を未然に防ぐこと。

5）実験室入室時には，これからすべき作業内容と手順を確認すること。

（３）準備作業時

1）実験作業は複数人で行い，作業の際は必ず声を掛け合い安全を確認すること。

2）供試体等重量物を台車等で移動する際は，その進路に入らないこと。

3）供試体等重量物を吊り上げる際は，吊り具の締めと吊り紐のバランスを確かめるこ

と。

4）供試体等重量物を吊り上げる際は，指や足先を含めその下に入らないこと。

5）重量物の転倒等に備え，常に退路を確認しておくこと。

（４）載荷実験時

1）荷重を取除く除荷時を含め，載荷時には供試体に近づかないこと。

2）不測の事態に備え，実験終了まで供試体から目を離さないこと。

3）退路の確保，特に載荷荷重値が大きくなる場合には供試体から十分に離れること。

4）照明や計器の電源コンセントは一カ所に集中させず分散すること。

（５）実験終了時

最後に実験室を出る人は，消灯・施錠等の戸締まりを行い、鍵を所定の位置に返却すること。

６．８　橋梁工学に関する実験（都市学実験）

（１）一般的注意

橋梁工学の実験では，鋼材およびコンクリートを主材料とする重くて大型の供試体を扱うことが多い。したがって，些細な不注意が取り返しのつかない大事故に繋がる可能性がある。実験室内において作業者は，常に，クレーン，ジャッキ，載荷装置などの安全性を十分に確認するとともに，さらに回りの作業者にも危険がないかを確かめたうえで作業を行うよう心がけなければならない。

（２）服装・履物

実験室内では，事故防止のため必ず作業着，安全靴，およびヘルメットを着用することが不可欠である。

（３）実験作業中の注意事項

以下の点に注意して，実験作業を行うことが必要である。

1）実験，および実験準備はすべて教員の指導のもとに行う。

2）実験中は，危険回避時を除いて走らないこと。

3）危険の可能性が少しでもある作業をする場合は，必ず大声で作業開始を実験室内の作業者に知らせること。

4）事故発生時に助けを呼べるよう，実験室内での作業は，常に２人以上で行うこと。

5）自分の体重と同程度以上の重量物を動かす作業は，作業全体のリーダーを含む３人以上で行うこと。

6）クレーンは，チェーンが絡まっていないか，およびフックに固定構造物が引っかかってないかを確認したうえで，稼働させること。

7）クレーンやワイヤーロープで吊り上げている重量物の下へは，絶対に行かないこと。

8）クレーン，レバーブロック，およびチェーンブロックで重量物を移動させるときは，事故発生時の回避場所を確認しておくこと。

9）グラインダーや電動ノコギリ等の巻き込みのおそれがある機器を使用する場合は，

軍手などを着用せずに素手で作業すること。

１０）実験室内には，オイルおよび揮発性の薬剤が常備されているので休憩中も禁煙すること。

１１）使用する，あるいは使用した機器に少しでも異常があれば，担当教員に申し出ること。

１２）実験室内は，常に通路を確保しておくなど，整理整頓に心がけること。

１３）使用した道具および機器は，必ず元の場所に戻すこと。

１４）始めて使用する実験機器は，使用マニュアルを十分に理解した上で使用すること。

１５）大型構造物実験室を使用する場合は，(4)に示す大型構造物実験室使用に当たっての注意事項を守ること。

１６）ハイブリッド実験システムを使用する際は，「材料および構造物のハイブリッド実験システム利用細則」および「大型構造物運営委員会規定」に従うこと。特に実験の安全性については，同運営委員会内の安全小委員会の承認を得ること。

１７）ハイブリッド実験システムを使用する際は，必ずクーリングタワーのスイッチを入れ，油温を一定に保っておくこと。油温がある一定の温度以上になると，安全装置が作動し油温が下がるまで作動しなくなることに留意してほしい。

１８）その他，大型構造物実験室以外の実験室における実験においても，以下(4)の大型構造物実験室使用に当たっての注意事項を準用する。

（４）大型構造物実験室使用に当たっての注意事項

大型実験場を使用する場合は，必ず以下の注意事項を守ること。

1）作業中は，必ずヘルメット，安全靴，および作業服を着用すること。

2）入場に際し，必ず「使用ノート」に必要事項を記入すること。

3）実験に際し，必ず「安全委員会」の許可を得ること。

4）「安全通路」には，物を置かないこと。

5）1 人での危険な作業は，行わないこと。

6）学生の使用は，「学生教育災害傷害保険」（「I-5 けがの応急処置」参照）等の保険加入者に限る。

7）工具は，整理・整頓に留意すること。

8）部外者の立ち入りを禁ず。

9）事故のあった場合は，必ず「安全委員会」に報告のこと。

６．９　<u>地盤工学に関する実験（材料実験・都市学実験）</u>

（１）一般的注意

実験室での軽率な行動や不注意で思わぬ事故につながるので，慎重に行動すること。また，むやみに他の実験器具をさわらないこと。

（２）服装・履物

服装は動きやすく，多少汚れてもよいものとする。履物はスリッパ，サンダル等で

は安全にまた能率よく作業できない。実験に適さない服装・履物と考えられる場合には実験を受講させない。

（3）実験中の行動

1）危険が予想される場所にはみだりに立入らないこと。

2）回転物や知らない機械には手を出さないこと。

3）ぬれた手で電気系統をさわらないこと。

4）動いているものに背を向けて作業する場合には，後方にも十分注意すること。

5）共同作業では，連絡，合図，確認を確実にすること。

6）物を投げて渡さないこと。

7）物を置くときには，重心位置を低くし偏心させないこと。

8）実験器具が故障した場合には，そのままにして教員にすぐに連絡すること。

9）作業中は騒いだり，ふざけたりしないこと。

１０）実験中はもちろん，休憩中も所定の場所以外では禁煙とする。

１１）電子秤の秤量（最大荷重）は厳守すること。

１２）実験終了後，装置の電源を切り（プラグを抜く），ガスの元栓を閉じること。

１３）実験終了後，用いた器具を洗い，所定の位置に片づけ，実験室を掃除すること。

６．１０　コンクリート工学および材料に関する実験（材料実験）

（1）一般的注意

1）実験室においてある器具や供試体はみだりに触れない。

2）火気に注意。実験室内でのたばこは禁止する。

3）安全のため作業は必ず２人以上で行うこと。

4）安全上夜間の実験は好ましくない。やむを得ない場合以外できるだけ避けること。

5）実験室内の整理整頓には十分留意すること。使用器具は元の位置に。使用以前以上の整理整頓に努めること。

6）使用器具で，故障したもの，調子の悪いものは速やかに教員に報告すること。

7）大型の電動機器は動力（3 相 200V）を用いている場合が多いので，配電盤，電動機器の取扱いには感電，漏電に注意すること。濡れた手での操作は厳禁である。

8）重量物の運搬には足の上に落としたり，指を挟むことのないようにする。

9）チェーンブロックやリフトで持ち上げているときには，吊り荷の下には絶対は入らないこと。

１０）はしご，脚立の安定は十分確認すること。

１１）物を置くときには安定に留意し，重心をできるだけ低くする。長尺もののたてかけは厳禁である。

１２）実験室を退出するときは，火の始末，電気の消灯，ガスの元栓，戸締まりを確認すること。

１３）盗難に注意すること

（２）服装

１）実験時は作業服，安全靴，ヘルメット，軍手などの防護具を着用すること。

２）裾や袖口があいている服は着用しない。

３）サンダル，スリッパなどの履き物は使用しないこと。

（３）打設・供試体作成

１）ミキサの起動時には声を掛け合い，安全確認を行うこと。

２）ミキサの回転中は手や作業服が挟まれたり，巻き込まれないようにすること。

３）ミキサ内部に手を入れ作業をするときは，電源を切り，コンセントを抜くこと。

４）セメントが目に入ったときには直ちに流水で洗浄すること。

５）PC 鋼材の緊張時には，破断に備えて防護工（砂袋）を講じておくと同時に，その延長上に立ち入らないこと。

６）ゲージ貼付時に使用するアセトンやシンナーは火気に注意するとともに，吸わないようにすること。また，使用時は換気を行うこと。

７）金工時に発生するバリによるけがに注意すること。

（４）実験の実施

１）供試体の設置は破壊時を十分考慮すること。

２）供試体表面のひび割れをスケッチしているときは供試体に極めて大きな荷重が作用していることを念頭に置いておくこと。

３）載荷試験前の供試体は種々のセンサーやリード線がついているため，運搬時には足もと，手もとなど注意すること。

（５）片づけ

１）コンクリートや排水を塩酸で処理する場合には，発生する白煙を吸わないこと。また，塩酸が体に触れたときは直ちに水で洗浄すること。

２）不要物は直ちにゴミ集積場，または所定の場所に区分して運ぶこと。

３）使用した測定器具やコンピュータは防塵カバーで被うこと。

４）コンクリート打設後は，床面を水洗いし，滑らないようスクイーズで水を除去すること。

５）破壊試験終了後の供試体は，載荷試験機上で変位計等の除去，リード線の切断除去を行い安全を確かめ身軽な状態で運搬すること。

６）供試体を実験室外に積み上げたり仮置きするときには，倒壊することのないよう安定した置き方にすること。

６．１１ 学外実習

学外実習に関しては、安全上の注意や傷害保険の加入などについて、担当教員から別途詳細な指示があるので、それに従うこと。

以上

企画・制作　工学部廃棄物処理・安全対策委員会、工学部教務担当

監　　　修　工学部安全衛生委員会、企画総務課安全衛生管理担当、保健管理センター

発　　　行　改訂　第３版　平成２６年（２０１４年）４月

Osaka City University